



Selección de los indicadores de sostenibilidad

Capítulo IV

IV. SELECCIÓN DE LOS INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

En este capítulo se exponen de forma detallada cada uno de los 27 indicadores de sostenibilidad finalmente seleccionados por el panel de expertos y que constituyen la base del análisis empírico realizado. La presentación de dichos indicadores se realiza de manera ordenada, siguiendo un orden basado en las funciones (principios) que estos tratan de cuantificar¹.

IV.1 Indicadores de sostenibilidad económica

Conforme a lo consensuado con el panel de expertos, cabe afirmar que la sostenibilidad económica del olivar andaluz se asocia a dos principios básicos:

- a) una *función económica privada*, relacionada con la viabilidad de las explotaciones dedicada al cultivo del olivar, y
- b) una *función económica pública*, que se corresponde con el aseguramiento de la suficiencia alimentaria y la capacidad de generar riqueza para el conjunto de la sociedad.

Tal y como se aprecia en el cuadro IV.1, un adecuado desempeño de la primera de las funciones antes mencionadas se asocia a los siguientes tres criterios:

- a1) que la renta agraria de los olivicultores sea maximizada,
- a2) que la renta agraria de los olivicultores sea estable a lo largo del tiempo, y
- a3) que estos productores tengan la capacidad de adaptación necesaria para afrontar los cambios que les depare el futuro.

1 Aunque parezca una obviedad, conviene recordar que todos los indicadores que se exponen en este capítulo van a calcularse sobre explotaciones concretas. Sin embargo, es necesario comentar que entre las explotaciones muestreadas las habrá que sean olivareras puras (monocultivo del olivo) y otras que sean mixtas (combinan parcelas de olivar con otras dedicadas a otros cultivos y/o usos). En este sentido debe especificarse que, dado el objetivo sectorial marcado en la investigación, en los casos de explotaciones multicultivo como norma general sólo se tendrán en cuenta aquellas parcelas dedicadas al cultivo del olivo.

Por su parte, la segunda de las funciones se ha considerado que se cumple de forma satisfactoria cuando se verifican los siguientes cuatro criterios:

- b1) que el valor de la producción sea el mayor posible,
- b2) que el valor de la producción resulte estable a lo largo del tiempo,
- b3) que la contribución del sector a la economía regional sea maximizada,
y
- b4) que la dependencia de las subvenciones públicas sea minimizada.

Para cuantificar el grado de cumplimiento de cada uno de los criterios antes referidos se ha elegido un indicador (7 indicadores en total), tal y como explica a continuación.

CUADRO IV.1 Criterios e indicadores de sostenibilidad económica para los sistemas de olivar		
PRINCIPIOS	CRITERIOS	INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD (acrónimo) [unidad de medida]
Función económica privada. Viabilidad de las explotaciones de olivar	Renta agraria de los olivicultores maximizada	Rentabilidad privada del olivicultor (RENTOLIV) [€/ha-año]
	Renta agraria de los olivicultores estable	Variabilidad de la renta del olivicultor (VARRENT) [adimensional]
	Capacidad de adaptación a los cambios asegurada	Índice de adaptación (INDADAP) [adimensional]
Función económica pública. Suficiencia alimentaria y generación de riqueza	Valor de la producción maximizado	Valor de la producción (VALPROD) [€/ha-año]
	Valor de la producción estable	Variabilidad de las ventas (VARVENTA) [adimensional]
	Contribución a la economía regional maximizada	Contribución al Valor Añadido Agrario (CONAVAB) [€/ha-año]
	Dependencia de las subvenciones minimizada	Porcentaje de los ingresos procedente de las subvenciones (PORCSUBV) [adimensional]

Fuente: Elaboración propia.

IV.1.1 Rentabilidad privada del olivicultor (RENTOLIV)

Definición

La renta neta de los agricultores es un indicador definido por la OCDE (2001, p. 65) como la diferencia entre los ingresos brutos y todos los costes en los que incurre el agricultor en el desarrollo de su actividad productiva, incluyendo la depreciación que sufren los bienes de capital utilizados. Esta misma conceptualización es la que sigue este trabajo.

En cualquier caso debe aclararse que la renta neta de los olivieros es muy variable de un año a otro, especialmente por las oscilaciones que sufren los ingresos ligados a la actividad, tanto por la variabilidad en los rendimientos (factores ambientales -cantidad de lluvia, incidencia de heladas, etc.- como biológicas del propio olivo-verceña) como en las cotizaciones del aceite de oliva (precio de la aceituna). Por este motivo, para dotar de significación a este indicador, no vale con estimarlo para un año concreto, sino que conviene calcularlo como media de un período suficientemente largo. Para este trabajo, el período considerado para el cálculo de esta media cubre las ocho últimas campañas (de 2000/01 a 2009/10).

Método de cálculo

Adaptando la definición anterior a nuestro caso de estudio, la expresión matemática utilizada para el cálculo de este indicador es la siguiente:

$$RENTOLIV = \frac{\sum_{i=1}^{i=8} RENTA_i}{8} \quad [IV.1]$$

donde:

RENTOLIV: Rentabilidad privada del olivicultor, medida como promedio del período considerado en €/ha·año.

RENTA_i: Rentabilidad privada del olivicultor en la campaña *i*, subíndice que varía desde la campaña 2000/01 (*i*=1) a 2009/10 (*i*=8). Esta rentabilidad se mide igualmente en €/ha·año siguiendo la siguiente fórmula:

$$RENTA_i = \frac{INGRESOS_TOTALES_i - COSTES_TOTALES_i}{SUP_OLIV} \quad [IV.2]$$

siendo:

INGRESOS_TOTALES_i: Ingresos debidos al cultivo del olivar correspondientes a la campaña *i*, incluyendo:

- a) las ventas de aceituna,
- b) el pago único por explotación imputable al olivar²,
- c) los pagos agroambientales asociados al olivar, y
- d) otros ingresos por ventas de subproductos derivado de este cultivo, todos ellos cuantificados en €/año.

COSTES_TOTALES_i: Costes imputables al cultivo del olivo en la campaña *i*, incluyendo:

- a) los costes variables del cultivo (energía y lubricantes, fertilizantes y enmiendas, productos fitosanitarios, servicios agrícolas contratados y mano de obra³),
- b) los costes fijos imputables al cultivo del olivo⁴ (costes de amortización del capital fijo, mantenimiento y reparaciones de maquinaria y arrendamientos)⁵ y
- c) los costes generales de explotación imputables igualmente al cultivo, estimados a tanto alzado en un 20 por ciento de los costes comprendidos en los dos apartados a) y b). Todos estos costes se han calculado también en €/año.

SUP_OLIV: Superficie total de la explotación dedicada al olivo (ha).

2 En explotaciones multicultivo, el pago único de explotación imputado al olivar se calcula sobre la base de la producción histórica de aceite del olivicultor correspondiente a las campañas 1999/2000, 2000/01, 2001/02 y 2002/03, que tras las reformas de la PAC de 2006 (Reforma Intermedia, con el desacoplamiento de las ayudas a la producción en un 93,61 por ciento) y 2010 (Chequeo Médico, con el desacoplamiento del 6,39 por ciento restante), han servido de base para el cálculo de dicho pago.

3 Para el cómputo de los costes de mano de obra se valoran de igual forma todas las labores realizadas para el cultivo del olivo, con independencia que éstas se realicen con aportaciones de trabajo del propio titular o de su familia (coste de oportunidad no remunerado) o en base a personal contratado (remunerado). Para ello se ha valorado toda la mano de obra empleada a su precio de mercado, según se establece en los convenios colectivos de los trabajadores del campo.

4 En explotaciones multicultivo la imputación de los costes generales a cada cultivo se realiza haciendo un prorrateo de los costes fijos totales en función de la superficie ocupada por cada cultivo.

5 Conviene notar que, por dificultades operativas en su estimación, no se han tenido en cuenta en el cálculo de los costes totales del olivar otros costes de oportunidad diferentes de los de mano de obra (correspondientes a los capitales propios –intereses– y la tierra en propiedad -renta de la tierra).

La serie histórica del indicador *RENTA_t*, para el período establecido se ha calculado teniendo en cuenta los siguientes supuestos:

1. Al objeto que las estimaciones realizadas de la rentabilidad del olivar se ajusten al escenario normativo actual, se ha considerado para todos los años la aplicación de un sistema de pagos desacoplados (régimen de pago único) semejante al vigente hoy día tras la reforma del Chequeo Médico.
2. Dadas las dificultades para obtener de manera precisa los costes anuales de las explotaciones (ausencia de registros contables en las explotaciones olivareras a encuestar), se ha asumido que durante todo este período la estructura de costes se ajusta a la calculada para la última campaña (2009/10).
3. Al objeto de obtener finalmente unos valores comparables del indicador de rentabilidad (medida en unidades monetarias en términos constantes), las ventas anuales se han obtenido primeramente a precios corriente, actualizándose posteriormente a precios constantes de 2010.

De esta manera se considera, tal y como se comentó anteriormente, que la variabilidad interanual de *RENTA_t*, se debe fundamentalmente a la evolución de los rendimientos (riesgo técnico) y de las cotizaciones en los precios del aceite de oliva (riesgo de mercado), valores de los que se dispone las correspondientes series históricas.

Interpretación

El estudio de este indicador permite analizar la viabilidad financiera de las explotaciones olivareras, en la medida que sólo son sostenibles a largo plazo aquéllas con un valor de *RENTOLIV* positivo. Valores negativos del mismo suponen una pérdida progresiva del patrimonio empresarial, lo cual se traducirá, tarde o temprano, en el abandono de la actividad, en la medida que un olivicultor en pérdidas no es capaz de renovar los activos productivos (Sánchez Jiménez, 2002). Para valores de este indicador por encima de 0, resulta asimismo evidente que el grado de sostenibilidad de la explotación se incrementa a medida que aumenta su valor.

IV.1.2 Variabilidad de la renta del olivicultor (VARRENT)

Definición

La variabilidad o estabilidad en la rentabilidad de los olivicultores durante un determinado período de tiempo puede cuantificarse a través de

cualquier medida de dispersión de la serie histórica de las rentas anuales. Para este trabajo se ha considerado conveniente medir este atributo a través del coeficiente de variación (cociente entre la desviación típica de la serie considerada y la correspondiente media aritmética) de la variable $RENTA_i$, ya definida para las ocho últimas campañas (de 2000/01 a 2009/10).

Método de cálculo

La expresión matemática utilizada para el cálculo de este indicador es la siguiente:

$$VARRENT = \frac{DESVIACIÓN_TÍPICA_RENTA_i}{MEDIA_RENTA_i} = \frac{DESVIACIÓN_TÍPICA_RENTA_i}{RENTOLIV} \quad [IV.3]$$

donde:

$VARRENT$: Variabilidad de la renta del olivicultor (adimensional).

$DESVIACIÓN_TÍPICA_RENTA_i$: Desviación típica de la rentabilidad privada del olivicultor ($RENTA_i$) correspondiente a la serie de las últimas 8 campañas, medida en €/ha·año.

Interpretación

La estabilidad en los flujos de rentas a lo largo del tiempo favorece la sostenibilidad económica de la explotación. Son múltiples las evidencias que demuestran la aversión al riesgo de los agricultores (Hardaker et al., 2004), y cómo ello explica el que en contextos productivos de bajo riesgo (estabilidad interanual en las rentas) exista un comportamiento más eficiente de estos productores agrarios en el uso de insumos (Howitt y Taylor, 1993; Moschini y Hennessy, 2001) y una mayor propensión a realizar inversiones productivas (Mosley y Verschoor, 2005; Rosenzweig y Binswanger, 1993; Vercammen, 2007). Así pues, debe considerarse que la relación entre este indicador y la sostenibilidad de la explotación es inversamente proporcional, en la medida que a mayor valor del mismo cabe asumir que la explotación es menos sostenible desde una perspectiva económica.

IV.1.3 Índice de adaptación (INDADAP)

Definición

Resulta evidente que la viabilidad de las explotaciones olivereras no sólo depende de su actual estructura de ingresos y costes (renta media y su variabilidad temporal), sino también de la capacidad de adaptación de

estas empresas agrícolas a los cambios que en un futuro depare el entorno. Efectivamente, en este sentido cabe aplicar cierta lógica darwinista a la viabilidad de las explotaciones de olivar, cuya supervivencia sólo estará al alcance de aquéllas que sean capaces de afrontar convenientemente los retos procedentes de los mercados de productos e insumos agrarios (evolución en la demanda del consumidor, crisis alimentarias, crisis energéticas, etc.), del entorno político (reformas de la PAC y otras políticas que influyen sobre la actividad), de los cambios tecnológicos, de las condiciones medioambientales (cambio climático), etc.

La mencionada capacidad de adaptación de los agricultores es, no obstante, una variable difícilmente cuantificable, en la medida que:

- a) no es directamente observable,
- b) se trata de una variable compleja (se asocian múltiples variables observables), y
- c) tiene características de intangible (no tiene ninguna escala de medida).

En estos casos resulta oportuno trabajar con un índice construido *ad hoc* como *proxy* de esta variable directamente no cuantificable. Esta opción ha sido la seguida para esta investigación, definiendo de forma específica el índice *INDADAP*.

Este índice *INDADAP* ha sido establecido como una función matemática de las variables cuantificables que pueden relacionarse con la capacidad de adaptación de los olivareros. En este sentido, en las reuniones con el panel de expertos se ha puesto de manifiesto que las variables no observables que están más íntimamente relacionadas con la capacidad de adaptación son:

- a) la pendiente media del terreno de la explotación, como condicionante de las tecnologías aplicables en la misma (especialmente aquéllas relacionadas con la mecanización de las labores),
- b) la disponibilidad de agua de riego, como elemento necesario para la potencial transformación en riego,
- c) la edad del agricultor, como determinante de la aptitud del titular hacia los cambios (los más jóvenes son más proclives a afrontarlos), y
- d) la formación agraria del agricultor, como medida de la capacidad de estos productores a diseñar y realizar las adaptaciones necesarias en sus explotaciones (los más formados tienen una mayor propensión a realizar tales cambios).

Método de cálculo

Para la formulación de este índice se ha planteado una expresión lineal donde el valor de cada una de las variables implicadas antes comentadas ha sido convenientemente ponderada con un peso w_i , expresándose con ello la importancia relativa de cada variable observable sobre el conjunto del índice construido:

$$INDADAP = w_{pendiente} PENDIENTE + w_{agua} AGUA + w_{edad} EDAD + w_{formacion} FORMACION \quad [IV.4]$$

siendo:

INDADAP: Índice de adaptación (adimensional).

PENDIENTE: Variable normalizada derivada de la pendiente (adimensional).

AGUA: Disponibilidad de agua de riego (adimensional): No = 0; Sí = 1.

EDAD: Variable normalizada derivada de la edad del agricultor (adimensional).

FORMACION: Variable normalizada derivada de la formación agraria del agricultor (adimensional).

El uso de variables normalizadas (véase apartado V.3 para un explicación más detallada) está justificado por la necesidad de operar dentro de estos índices con variables adimensionales que varíen en un rango [0,1]. En todos estos casos, el valor "0" de la variable normalizada se refiere a la peor contribución posible al índice de capacidad de adaptación (valores de pendiente superiores al 15 por ciento, edad superior a los 65 años y formación agraria inexistente), mientras que el "1" se corresponde con la mayor contribución posible a este índice (valores de pendiente del 0 por ciento, edad inferior a los 35 años y formación agraria de carácter universitario). Para valores intermedios de las variables *PENDIENTE*, *EDAD* y *FORMACION*, el valor normalizado correspondiente se obtiene realizando un ajuste lineal dentro del intervalo [0,1] habilitado al efecto.

Los pesos w_i se han obtenido a partir del conocimiento experto del panel, aplicando para ello la técnica del AHP (véase apartado V.5.1. para una explicación en detalle sobre la misma). Así, cada miembro del panel realizó las correspondientes comparaciones por pares relacionadas con las cuatro variables observables consideradas, obteniéndose los correspondientes juicios ($A_p = a_{klp}$). A partir de los mismos, aplicando el criterio agregación de juicios individuales a través de la media geométrica, se obtuvo la matriz de Saaty agregada ($A = a_{kl}$) y, a partir de la misma, se obtuvieron los correspondientes pesos, tal y como puede apreciarse en el cuadro IV.2:

CUADRO IV.2

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de las variables observables consideradas para el cálculo de INDADAP

Variable	A	B	C	D		Porcentaje
A Pendiente	1,00	1,98	1,57	1,79	λ max. = 4,058	$w_{pendiente} = 37,1$
B Disponibilidad de agua de riego	0,51	1,00	0,83	0,89	CI = 0,019	$w_{agua} = 18,8$
C Edad del agricultor	0,64	1,21	1,00	1,07	RI = 0,882	$w_{edad} = 23,0$
D Formación agraria del agricultor	0,56	1,13	0,93	1,00	CR = 2%	$w_{formacion} = 21,1$

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Definido así el índice *INDADAP*, se trata de una variable adimensional, cuyos valores están acotados en el rango [0,1]. Valores del índice iguales a 0 implican una capacidad de adaptación a los retos futuros nula, mientras que valores iguales a 1 se corresponden con una capacidad de adaptación óptima. Así pues, a medida que una explotación presenta un valor de este indicador mayor, cabe interpretar que ésta es más viable en el largo plazo y, por tanto, más sostenible desde un punto de vista económico.

IV.1.4 Valor de la producción (VALPROD)

Definición

La contribución de las explotaciones de olivar a la suficiencia alimentaria se ha cuantificado a través del valor de la producción. No obstante, para que la estimación de este indicador resulte realmente significativo (minimización de los sesgos derivados de la consideración de campañas concretas), al igual que en el caso del indicador *RENTOLIV* se ha optado por calcularlo como media de un período de ocho años (de la campaña 2000/01 a la 2009/10).

Método de cálculo

Este indicador se ha calculado siguiendo la expresión algebraica que aparece a continuación:

$$VALPROD = \frac{\sum_{j=1}^{j=8} VENTAS_j}{8} = \frac{\sum_{j=1}^{j=8} PRECIO_{aceituna_j} \times RENDIMIENTO_j}{8} \quad [IV.5]$$

donde:

VALPROD: Valor de la producción (€/ha·año).

VENTAS_i: Valor de la producción en la campaña *i* expresado en €/ha·año.

PRECIO_{aceituna_i}: Precio de venta de la aceituna en la campaña *i* cuantificado en €/kg.

RENDIMIENTO_i: Rendimiento del olivar en la campaña *i* expresado en kg/ha·año.

Interpretación

Dada la definición anterior, este indicador es siempre positivo. Puede tomar valor 0 en el caso de completo abandono del cultivo (no se recoge ninguna producción). Esta situación equivaldría al peor desempeño posible de la explotación en relación con las funciones de garantizar la suficiencia alimentaria y generar riqueza para el conjunto de la sociedad. Sin embargo, a medida que la cosecha de la explotación se incrementa, el valor de este indicador aumenta igualmente, indicando una mejora en el desempeño de estas funciones. Así pues, mientras mayor sea el valor de este indicador debe interpretarse que la explotación presenta una mejor sostenibilidad económica.

IV.1.5 Variabilidad de las ventas (VARVENTA)

Definición

Al igual que se comentaba en relación con el indicador *VARRENT*, la variabilidad temporal de las ventas de las explotaciones olivareras puede cuantificarse a través de cualquier medida de dispersión. En este caso se ha considerado igualmente conveniente medir tal variabilidad mediante el coeficiente de variación de *VENTAS_i* durante las 8 últimas campañas.

Método de cálculo

Siguiendo la formulación del coeficiente de variación, la expresión matemática utilizada para el cálculo de este indicador ha sido:

$$VARVENTA = \frac{DESVIACIÓN_TÍPICA_VENTAS_i}{MEDIA_VENTAS_i} = \frac{DESVIACIÓN_TÍPICA_VENTAS_i}{VALPROD} \quad [IV.6]$$

siendo:

VARVENTA: Variabilidad de la renta del olivicultor (adimensional).

DESVIACIÓN_TÍPICA_VENTAS_i: Desviación típica de las ventas correspondiente a la serie de las últimas 8 campañas (*VENTAS_i*), cuantificada en €/año.

La serie histórica del indicador *VALPROD* para el período antes señalado se ha calculado considerando los valores anuales de los rendimientos del olivar y las correspondientes cotizaciones en los precios del aceite de oliva. En todo caso, como también se señalaba respecto al indicador *VARRENT*, los valores corrientes así obtenidos han sido convenientemente actualizados a precios constantes de 2010, al objeto de poder operar con una serie homogénea de unidades monetarias.

Interpretación

Las oscilaciones en el valor de la producción, tanto las debidas a la variabilidad de rendimientos como a los cambios en el precio, deben valorarse negativamente desde una perspectiva de sostenibilidad. El correcto desempeño de la función económica pública que se le demanda al sector (asegurar la suficiencia alimentaria y generar riqueza) exige que su producción sea estable de un año para otro, minimizando de esta manera el riesgo de insuficiencia de *stocks* de aceite de oliva (penuria en el abastecimiento) y permitiendo el necesario equilibrio en el conjunto de las cadenas de valor de este producto. Así pues, el valor de este indicador es inversamente proporcional a la sostenibilidad proporcionada por la explotación (valor altos/bajos del mismo se corresponden con niveles bajos/altos de sostenibilidad).

IV.1.6 Contribución al Valor Añadido Agrario (CONAVAB)

Definición

La contribución de las explotaciones de olivar a la riqueza del conjunto de la comunidad autónoma cabe cuantificarla por el Valor Añadido Bruto (VAB) generado por las mismas. Aunque se trata ésta de una variable macroeconómica, el VAB puede calcularse igualmente a nivel micro como la diferencia entre los ingresos que la explotación obtiene vendiendo sus productos y la cantidad que ésta paga a otras empresas por los bienes y servicios que utiliza como consumos intermedios.

Método de cálculo

Siguiendo la definición anterior, este indicador se calcula como sigue:

$$CONAVAB = VENTAS - COSTES_INTERMEDIOS \quad [IV.7]$$

donde:

CONAVAB: Contribución al Valor Añadido Agrario (€/ha·año).

VENTAS: Valor medio de $VENTAS_i$ (ventas de aceituna y otros subproductos sin considerar ningún tipo de subvención a la producción) para el período que va de la campaña 2000/01 a la campaña 2009/10, cuantificadas en €/ha·año.

COSTES_INTERMEDIOS: Costes intermedios imputables al cultivo del olivo, que incluyen: energía y lubricantes, fertilizantes y enmiendas, productos fitosanitarios y servicios agrícolas contratados, todos ellos calculados igualmente en €/ha·año.

Interpretación

El indicador así medido representa el valor que añaden las explotaciones de olivar durante la fase de producción agrícola al conjunto de la cadena del aceite de oliva. De esta manera resulta ser un *proxy* válido para cuantificar la aportación de estas unidades productivas al PIB autonómico.

El valor de *CONAVAB* puede ser negativo en el caso que los costes intermedios sean superiores al valor de las ventas. Tal circunstancia puede ocurrir cuando la explotación esté en pérdidas. En estos casos el desempeño de la explotación supone una pérdida de riqueza para el conjunto de la economía andaluza, como consecuencia de una inadecuada asignación de recursos. En tales circunstancias la explotación no sería sostenible desde una perspectiva de economía pública. Por el contrario, valores positivos de este indicador suponen una contribución positiva a la riqueza de la región y garantizan la sostenibilidad de la explotación en este sentido. En esta misma línea resulta evidente que valores crecientes del mismo suponen una mayor sostenibilidad, en la medida que es reflejo de que una explotación desarrolla mejor su función de generar riqueza para el conjunto de la Comunidad Autónoma.

IV.1.7 Porcentaje de los ingresos procedente de las subvenciones (PORCSUBV)

Definición

El régimen de apoyo al cultivo del olivo establecido por la PAC se ha venido instrumentalizando a través de diferentes tipos de subvenciones. Hasta el año 2006, éstas consistieron en ayuda a la producción, cobradas por kg de aceite producido. A partir de ese año, dicho sistema fue sustituido por el régimen de pago único, mediante el cual las anteriores ayudas se ‘desacoplaron’. Así, las ayudas que reciben los olivicultores en la actualidad han quedado establecidas en una cantidad fija anual, calculada sobre la base de las ayudas percibidas durante un período de referencia. Este pago es cobrado por estos productores con independencia de la cantidad de aceite producido, con la sola obligación de cumplir con una serie de requisitos legales relacionados con la producción (condicionalidad).

Además de estas subvenciones procedentes de la política de rentas y mercados (primer pilar de la PAC), aquellos olivicultores que así lo decidan pueden acogerse a determinados programas agroambientales (segundo pilar de la PAC), por los cuales se comprometen a cumplir una serie de compromisos ambientales más estrictos que los impuestos por la condicionalidad, a cambio de percibir unos pagos adicionales que compensan los sobrecostes que tales compromisos implican.

En cualquier caso, lo que se quiere poner de manifiesto es la existencia de unas transferencias de rentas significativas desde el sector público al sector productor del olivar que condiciona su viabilidad económica. Según datos ofrecidos por Pérez Hernández (2008) sobre una encuesta a 455 explotaciones olivareras, el conjunto de subvenciones corrientes cobradas por los productores de este sector suponen como media el 32 por ciento de los ingresos totales de las mismas, datos que reflejan la importancia que tienen estas ayudas en el balance económico de estas empresas.

Justamente es el porcentaje de subvenciones respecto al total de ingresos comentado anteriormente el indicador que se ha considerado más adecuado para cuantificar esta dependencia de las explotaciones de olivar respecto a las ayudas públicas.

Método de cálculo

Tal y como se deduce de lo comentado anteriormente, este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$PORCSUBV = \frac{SUBVENCIONES_AGRARIAS}{INGRESOS_TOTALES} \quad [IV.8]$$

donde:

PORCSUBV: Porcentaje de los ingresos procedente de las subvenciones (adimensional).

SUBVENCIONES_AGRARIAS: Ingresos de la explotación imputables al cobro de las ayudas de la PAC derivados del cultivo del olivo, incluyendo tanto las subvenciones del régimen de pago único por explotación, como los pagos agroambientales, ambos cuantificados en €/año.

INGRESOS_TOTALES: Valor medio de *INGRESOS_TOTALES_i*, (ingresos correspondientes al cultivo del olivo en la campaña *i*, que comprende las ventas de aceituna y otros subproductos, el pago único por explotación y los pagos agroambientales) para las últimas ocho campañas agrícolas (de 2000/01 a 2009/2010), cuantificado en €/año.

Interpretación

Para un correcto desempeño de la funcionalidad económica desde una perspectiva pública, debe considerarse que la viabilidad de las explotaciones de olivar debería estar garantizada al margen de las subvenciones públicas. Siguiendo este razonamiento, un valor nulo del indicador *PORCSUBV* resultaría óptimo para sostenibilidad, en la medida que indicaría la independencia absoluta de la explotación analizada respecto al apoyo público (autosuficiencia financiera). Este será el caso de todas aquellas explotaciones de olivar cuyas plantaciones fuesen posteriores a 1998, para las cuales la normativa de la PAC no establece derecho a ayuda alguna, y no se hayan acogido a ningún programa agroambiental. A medida que el valor de este indicador se incrementa, el desempeño de la funcionalidad antes comentada empeora, y con ello la sostenibilidad económica de la explotación. Así pues, debe considerarse que el valor del indicador que refleja el porcentaje de los ingresos procedente de las subvenciones es inversamente proporcional a la sostenibilidad de ésta. En este sentido podría darse el caso extremo que éste llegase a ser del 100 por ciento, en el caso de explotaciones realmente abandonadas (no se cosecha nada), y cuyos ingresos se corresponden íntegramente con las subvenciones percibidas en concepto de pago único.

IV.2 | Indicadores de sostenibilidad social-cultural

La dimensión socio-cultural de la sostenibilidad del olivar se ha considerado relacionada igualmente con dos principios:

- a) una *función social* de la actividad por su *contribución al desarrollo de las zonas rurales* donde se localiza el cultivo, y

b) una *función cultural* relacionada con la *conservación del patrimonio rural* asociado al olivar (ver cuadro IV.3).

CUADRO IV.3 Criterios e indicadores de sostenibilidad social para los sistemas de olivar

PRINCIPIOS	CRITERIOS	INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD (acrónimo) [unidad de medida]
Función social. Contribución a la fijación de la población en el medio rural	Empleo total generado maximizado	Empleo total (MOTOT) [UTA/ha-año]
	Capacidad de remuneración del trabajo garantizada	Productividad aparente del factor trabajo (PRODMO) [€/UTA]
	Relevo intergeneracional de la explotación asegurado	Riesgo de abandono de la actividad agraria (ABANDON) [porcentaje] acotado [0,1]
	Fijación de la población al medio rural adecuada	Porcentaje de mano de obra familiar y fija (MOFAMIL) [porcentaje] acotado [0,1]
Función cultural. Conservación del patrimonio	Suministro de alimentos de calidad/tradicionales garantizado	Pertenencia a DOP (DENOMIN) [adimensional cualitativo: 0/1]
		Porcentaje de la producción calificada como aceite de oliva virgen extra (ACEVIRG) [porcentaje] acotado [0,1]
	Calidad visual del paisaje conservada o mejorada	Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (OTROSCUL) [porcentaje] acotado [0,1]
		Cobertura del suelo (COBERT) [porcentaje] acotado [0,1]
Elementos culturales y paisajísticos conservados	Índice de mantenimiento y puesta en valor del patrimonio olivarero (PATRIMON) [adimensional] acotado [0,1]	

Fuente: Elaboración propia.

Según lo consensuado por el panel de expertos, el adecuado desempeño de la función social pasa por el cumplimiento de los siguientes cuatro criterios:

- a1) que el empleo total generado por la actividad sea el mayor posible,
- a2) que la actividad productiva en el sector del olivar sea capaz de remunerar adecuadamente el trabajo demandado,

- a3) que el relevo intergeneracional de las explotaciones esté asegurado,
- a4) que contribuya eficazmente a la fijación de población al medio rural.

Por su parte, la función cultural se ha considerado se cumple adecuadamente cuando se verifica que:

- b1) el suministro de alimentos de calidad y/o tradicionales resulte garantizado,
- b2) la calidad visual del paisaje sea conservada o mejorada, y
- b3) los elementos culturales y paisajísticos asociados al cultivo sean conservados.

Para cuantificar el grado de cumplimiento de cada uno de estos criterios se han seleccionado uno o dos indicadores, según los casos. En total han sido nueve los indicadores seleccionados para analizar esta dimensión, tal y como se detalla en el cuadro IV.3.

IV.2.1 Empleo total (MOTOT)

Definición

Tal y como reconoce la OCDE (OCDE, 2001, p. 43), el principal rol social de la agricultura es la generación de empleo en las zonas rurales donde se asienta esta actividad económica. Esta función generadora de empleo es especialmente relevante en los sistemas andaluces de olivar, lo que justifica que a este cultivo se le haya puesto el calificativo de 'social'. De hecho, como se apuntaba en la introducción del documento, el olivar genera el 32 por ciento de empleo agrario de la Comunidad Autónoma (91.327 empleos directos según datos del último censo agrario). Además, debe comentarse que su importancia social es mucho mayor a nivel local en aquellas zonas donde está presente que la que pueda reflejar las cifras anteriores. Así, cabe afirmar que este cultivo se ha convertido en la primera fuente de rentas de los habitantes de más de 300 municipios andaluces del interior, territorios donde las posibilidades de diversificación de rentas son limitadas (CAP, 2008).

Por estos motivos, la cantidad de empleo generado por las explotaciones de olivar (*MOTOT*) puede utilizarse como un indicador válido para cuantificar las implicaciones sociales que tiene este sector en la provisión y distribución de rentas en los territorios donde dicho cultivo se localiza. De esta forma el indicador propuesto cuantifica la cantidad total de mano de obra ocupada en las explotaciones analizadas para el cultivo del olivo, contabilizándose con independencia de su tipo, incluyendo pues tanto la mano de obra familiar como ajena, bien sea o no remunerada o tenga carácter fijo o eventual.

Método de cálculo

Siguiendo las directrices anteriormente señaladas, este indicador se formula de la siguiente manera:

$$MOTOT = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} MO_LABOR_j}{SUP_OLIV} \quad [IV.9]$$

siendo:

MOTOT: Empleo total generado (UTA/ha·año).

MO LABOR_j: Cantidad de trabajo demandado para el desarrollo de la actividad o labor *j*, cuantificada en Unidades de Trabajo Agrario (UTA). En este sentido se consideran todas las actividades/labores desarrolladas a lo largo de año para el desarrollo del cultivo del olivo, que va desde la poda y resto de labores de invierno (*j*=1) hasta la recolección (*j*=*n*).

Interpretación

Lógicamente, este indicador siempre toma valores no negativos (sólo sería igual a 0 en el caso de completo abandono del cultivo). En este sentido cabe asumir que a medida que éste toma valores cada vez mayores, las explotaciones de olivar cumplen mejor su funcionalidad de generar empleo y, por tanto, deben considerarse más sostenibles desde una perspectiva social. Efectivamente, a medida que se incrementan las necesidades de mano de obra por unidad de superficie, dichas explotaciones se convierten cada vez más en un elemento activo de desarrollo y equidad social.

IV.2.2 Productividad aparente del factor trabajo (PRODMO)

Definición

Para que la función social de la actividad agraria se desempeñe adecuadamente, no basta con que las explotaciones demanden mano de obra, sino que es igualmente necesario que el uso del factor trabajo dentro de éstas sea productivo, generando las rentas necesarias para su adecuada remuneración. Dicho en otras palabras, no se puede considerar sostenible desde una perspectiva social una explotación de olivar que ocupe gran cantidad de mano de obra (familiar, por ejemplo), pero que su producción no sea rentable económicamente, pues en tales circunstancias no sería capaz de remunerar mínimamente el trabajo aportado.

Para cuantificar la capacidad de las explotaciones de olivar para remunerar el factor trabajo se ha incluido dentro del plan de indicadores seleccionado la productividad aparente del factor trabajo, definido como el cociente de la rentabilidad de la explotación por la mano de obra total requerida.

Método de cálculo

De lo comentado anteriormente se deduce que este indicador se calcula como sigue:

$$PRODMO = \frac{RENTOLIV}{MOTOT} \quad [IV.10]$$

donde:

PRODMO: Productividad aparente del factor trabajo (€/UTA).

Interpretación

De la formulación matemática propuesta, resulta evidente que el indicador *PRODMO* puede tomar valores tanto positivos como negativos, en función de qué signo tome *RENTOLIV* (positivo/negativo cuando la explotación está en ganancias/pérdidas). En este sentido resulta lógico asumir que la sostenibilidad de la explotación pasa porque este indicador tome valores positivos, en la medida que de esta forma acredita la capacidad de generar empleo remunerado. En todo caso, mientras mayor sea dicha capacidad de remuneración (mayores valores de *PRODMO*), la explotación deberá considerarse más sostenible desde una perspectiva social, en la medida que con ello se incrementa la garantía de generar empleo de calidad en el largo plazo.

IV.2.3 Riesgo de abandono de la actividad agraria (ABANDON)

Definición

El abandono de la actividad productiva de las explotaciones agrarias es la consecuencia final de la conjunción de diversos factores, entre los que destacan la marginalidad económica (especialmente por la existencia de hándicaps naturales⁶), la falta de expectativas de futuro y la existencia

6 Otra causa de marginalidad económica ampliamente estudiada por la literatura es el carácter minifundista de las explotaciones. Efectivamente, la reducida dimensión de las explotaciones puede ser un impedimento para que éstas puedan adquirir las economías de escalas necesarias para poder competir. Bajo tales circunstancias es cierto que una opción a seguir por el titular puede ser el cierre de la explotación para dedicarse a

de alternativas de trabajo no agrario mejor remuneradas en los territorios circundantes (Aldanondo y Casanovas, 2009). Todas estas circunstancias desembocan finalmente en el cierre de la explotación y el abandono de la actividad productiva al fracasar los procesos de sucesión: los titulares de edad avanzada se jubilan sin que tengan a nadie que los suceda al frente de sus explotaciones.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, el abandono de la actividad agraria provoca un peor desempeño de su función de desarrollo rural de las zonas donde ésta se localiza, dado que estos fenómenos merman tanto las posibilidades de viabilidad de los sistemas locales de producción como el *stock* de capital humano presente en el territorio⁷. Por ambos motivos se ha considerado conveniente incluir un indicador social que cuantifique el riesgo de abandono de la actividad productiva de la explotación agraria.

Dada la dificultad de analizar y diagnosticar los fenómenos de abandono productivo en el sector del olivar, para esta investigación se ha optado por diseñar un indicador eminentemente pragmático, preguntando directamente a los olivicultores entrevistados por las posibilidades de sucesión en la explotación tras su jubilación. La respuesta a esta pregunta, si bien puede contener ciertas dosis de subjetividad, puede considerarse un *proxy* adecuado del riesgo de abandono de la actividad.

Método de cálculo

La cuantificación de este indicador se ha obtenido directamente de las respuestas de los olivicultores entrevistados a la pregunta siguiente: “¿Cree usted que tras su jubilación seguirá en producción el olivar en su actual explotación?”. La respuesta a dicha pregunta tomará valores porcentuales (indicador *ABANDON*) que variarán entre el 100 por ciento cuando la respuesta sea “seguro que no”, y el 0 por ciento, cuando ésta sea “seguro que sí”. Otras posibles respuestas a esta pregunta se correlacionarán con valores intermedios del indicador: cuando el olivicultor responda “probablemente no” se asumirá un valor del indicador del 75 por ciento,

otras actividades que le permitan ganar las rentas necesarias. En cualquier caso, debe comentarse que este cierre no supone el abandono de actividad productiva (a no ser que existan también otros hándicaps naturales para la competitividad), pues en la mayoría de las ocasiones estas tierras pasan a ser gestionadas por otros titulares deseosos de ganar dimensión para sus explotaciones, bien sea a través de procesos de compra-venta o arrendamiento, sin que haya pues abandono de la actividad productiva.

7 También se suele comentar que el abandono de la actividad puede suponer una pérdida de carácter medioambiental, al disminuir el grado de biodiversidad que la actividad agraria genera (OECD, 2001b). En cualquier caso, este extremo no está claro en el caso del olivar, donde el abandono y renaturalización de determinadas zonas ahora en producción pueden suponer importantes beneficios ambientales (Guzmán Álvarez, 2005 y Nekhay y Arriaza, 2009).

cuando esta respuesta sea “no lo sé” se considera que *ABANDON* equivale al 50 por ciento, y cuando ésta sea “probablemente sí” el indicador tomará un valor del 25 por ciento.

Interpretación

De lo comentado anteriormente, resulta evidente que el valor de este indicador es inversamente proporcional al nivel de sostenibilidad de la explotación analizada. Así, a medida que el indicador *ABANDON* se incrementa, disminuye la sostenibilidad social proporcionada por la explotación, dado que se aumenta el riesgo que en un futuro no continúe la actividad productiva.

IV.2.4 Porcentaje de mano de obra familiar y fija (MOFAMIL)

Definición

La ocupación de mano de obra en el cultivo del olivar se caracteriza por su elevada estacionalidad, ya que la fase de recolección concentra entre el 45 por ciento y el 60 por ciento del trabajo anual requerido para su desarrollo (García et al., 2008). Ello explica por qué casi la mitad (48,2 por ciento) de la mano de obra total demanda por el olivar se cubre con trabajadores de carácter eventual (CAP, 2008)⁸. Tal circunstancia, no favorece el desarrollo rural de los territorios de olivar, en la medida que este tipo actividad laboral temporal no es capaz de fijar población. De hecho, en los últimos años estos requerimientos de mano de obra estacional se están satisfaciendo con mano de obra inmigrante. Así, es ya habitual que a las campañas de recolección de aceituna acudan una gran cantidad de temporeros procedentes de Europa del Este, del Magreb o del África Subsahariana⁹.

Por lo explicado anteriormente se deduce que para que la generación de empleo en el cultivo del olivo promueva un desarrollo rural realmente sostenible, dicho empleo debe cubrirse por personal con residencia habitual en los territorios donde se localiza el cultivo. Sólo en estos casos el olivar desempeña adecuadamente su función de fijar población en las zonas rurales. Al objeto de cuantificar tal circunstancia, dentro de la

8 En función del tipo de mano de obra empleada en las explotaciones oliveras andaluzas, cabe comentar que el 47,1 por ciento del empleo generado es cubierto por mano de obra familiar (incluyendo el del titular), el 48,2 por ciento por trabajadores eventual y el 4,7 por ciento restante a trabajadores asalariados fijos (CAP, 2008).

9 En este sentido, es normal que tras la recolección de la aceituna, los temporeros inmigrantes se desplacen a Huelva a la temporada de la fresa. En esta movilidad laboral se evidencia el carácter itinerante de estos trabajadores y su falta de arraigo en los territorios de olivar (promoción del desarrollo rural).

selección de indicadores realizada se ha incluido uno que cuantifica en términos relativos la importancia de la mano de obra familiar y asalariada fija (normalmente residentes en la zona de producción) sobre el total de trabajo requerido por el cultivo.

Método de cálculo

Este indicador se ha calculado a partir de la siguiente expresión:

$$MOFAMFI = \frac{MO_TITULAR + MO_FAMILIAR + MO_CONTRATADA_FIJA}{MO_TITULAR + MO_FAMILIAR + MO_CONTRATADA} \quad [IV.11]$$

siendo:

MOFAMIL: Porcentaje de mano de obra familiar y fija (adimensional).

MO_TITULAR: Mano de obra suministrada por el propio titular de la explotación (UTA/año).

MO_FAMILIAR: Mano de obra suministrada por familiares del titular, con o sin contrato laboral (UTA/año).

MO_COTRATADA_FIJA: Mano de obra suministrada por mano de obra asalariada con contrato fijo (UTA/año).

MO_COTRATADA: Mano de obra suministrada por mano de obra asalariada con contrato, de carácter fijo o eventual (UTA/año).

Interpretación

Dada la formulación establecida para este indicador, *MOFAMIL* sólo puede tomar valores dentro del intervalo [0,1]. El caso más favorable para la sostenibilidad sería cuando este indicador toma el valor 1, ya que implicaría que el 100 por ciento de la mano de obra demandada es cubierta por mano de obra familiar o personal fijo, normalmente residente en la zona de producción. El caso más desfavorable sería cuando el indicador tome el valor 0, ya que indicaría que toda la mano de obra generada es cubierta por personal eventual, que en la mayoría de los casos son temporeros sin residencia en los territorios de olivar. Para valores intermedios cabe deducir una relación directamente proporcional entre el valor de este indicador y el de-sempeño sostenible de la explotación desde una perspectiva social.

IV.2.5 Pertenencia a DOP (DENOMIN)

Definición

Dentro de las funciones demandadas por la sociedad a la agricultura se encuentra el suministro de alimentos de calidad típicos o tradicionales (Gómez-Limón y Atance, 2004 y Salazar et al., 2010). Al objeto de cuantificar el desempeño de este criterio en los sistemas de olivar, se ha considerado conveniente integrar dos indicadores en la metodología de valoración. El primero de ellos es la pertenencia o no de las explotaciones de olivar a algunas de las 12 Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) oficialmente reconocidas en Andalucía para la producción de aceites de oliva vírgenes extra (Sanz Cañada y Macías, 2005; Sanz Cañada, 2007 y 2009)¹⁰.

Actualmente, aproximadamente el 60 por ciento de la superficie de olivar andaluz (925.000 hectáreas) se encuentra amparada bajo DOP. Ello no significa que todas las explotaciones emplazadas en estos territorios produzcan aceite de oliva de calidad. Pero al menos su localización en zonas con DOP sí identifica que están situadas en zonas tradicionales del cultivo, donde el olivar presenta potencial real para producir aceites vírgenes extras con características propias y diferenciales de cada una de estas zonas y que, por tanto, tienen potencial para suministrar productos que se ajustan a las demandas sociales de calidad y tradición.

Método de cálculo

El indicador establecido en este sentido, *DENOMIN*, es de tipo cualitativo, para la cual sólo existen dos únicos valores posibles. Si la explotación está situada dentro de una DOP, *DENOMIN* es igual a 1. En caso contrario este indicador toma el valor 0.

Interpretación

Lógicamente, por lo argumentado anteriormente, cuando *DENOMIN* toma el valor 1, la explotación analizada resulta mejor valorada en términos de sostenibilidad cultural que si toma el valor 0, ya que con ello se evidencia la capacidad de producir alimentos (aceite de oliva) con la calidad y tradición demandada.

10 Las 12 denominaciones reconocidas en Andalucía son: Aceite de Estepa (Sevilla), Adamuz-Montoro (Córdoba), Antequera (Málaga), Baena (Córdoba), Lucena (Córdoba), Montes de Granada (Granada), Poniente de Granada (Granada), Priego de Córdoba (Córdoba), Sierra de Cádiz (Cádiz), Sierra de Cazorla (Jaén), Sierra Mágina (Jaén) y Sierra de Segura (Jaén).

IV.2.6 Porcentaje de la producción calificada como aceite de oliva virgen extra (ACEVIRG)

Definición

El otro indicador que trata de cuantificar el desempeño de la explotación en cuanto a la producción de productos típicos de calidad es el porcentaje del aceite producido por las explotaciones de olivar que es calificado como 'virgen extra', entendiendo por tal categoría la máxima calidad comercial que pueden tener los aceites de oliva.

Se trata éste de un indicador complementario al anterior, pues para satisfacer las demandas sociales en cuanto a la preservación de la calidad y la tipicidad de los productos del olivar, no sólo es necesario producir en determinadas zonas con potencial de calidad (DOP), sino que también los titulares deben poner de su parte esmerándose en la realización de las labores de cultivo y la recolección al objeto de obtener una cosecha de la mayor calidad posible. De hecho es indicativo apuntar que, según los últimos datos oficiales disponibles, las explotaciones andaluzas amparadas en DOP produjeron 'sólo' 172.947 toneladas de aceite de oliva virgen extra, lo que supone únicamente el 20 por ciento de la producción de aceite en estas zonas (CAP, 2008).

Método de cálculo

Tal y como se deduce de lo comentado anteriormente, este indicador se calcula a través del ratio siguiente:

$$ACEVIRG = \frac{ACEITE_VIRGEN}{ACEITE_TOTAL} \quad [IV.12]$$

donde:

ACEVIRG: Porcentaje de la producción calificada como aceite de oliva virgen extra (adimensional).

ACEITE_VIRGEN: Producción de aceite de oliva virgen extra a partir de aceitunas de la explotación (kg).

ACEITE_TOTAL: Producción total de aceite de oliva a partir de aceitunas de la explotación (kg).

Interpretación

Al tratarse de un porcentaje, la valoración de este indicador está igualmente acotado en el intervalo [0,1]. Siguiendo la explicación anterior, es fácil deducir cómo a medida que el valor de *ACEVIRG* se incrementa, debe considerarse que la sostenibilidad de la explotación se ve igualmente acrecentada, al constatarse que desempeña de manera creciente su papel de suministrador de productos de calidad tradicional. En el mejor (peor) de los casos este indicador tomará el valor 1 (0), acreditando que todo (nada) el aceite de oliva producido tiene la máxima calidad comercial.

IV.2.7 Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/usos (OTROSCUL)

Definición

Otra de las funciones culturales que la sociedad demanda a los sistemas de olivar es la de conservar la calidad visual del paisaje agrario (Gómez-Limón y Atance, 2004 y Salazar et al., 2010). Por este motivo, para la evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones se ha considerado necesario incluir igualmente dos indicadores de su desempeño en esta línea. Para ello se han tenido en cuenta las evidencias obtenidas en estudios anteriores sobre esta materia, que establecen que la calidad visual de los olivares en Andalucía viene determinada, principalmente, por el contraste de colores y texturas motivado por la combinación de olivares con otros usos del territorio, así como por la presencia de cobertura vegetal en las calles (Arriaza et al., 2004).

Siguiendo estas consideraciones generales, el primero de los indicadores seleccionado ha sido el porcentaje de superficie de las explotaciones de olivar que es cubierta por otros cultivos o usos (bosques isla, haciendas, cursos de agua, etc.)¹¹. Con ello se determina el grado de ruptura del monocultivo del olivar en la explotación, y por ende su contribución paisajística.

Método de cálculo

La expresión matemática utilizada para calcular este indicador es la siguiente:

$$OTROSCULT = \frac{SUP_OTROS}{SUP_TOTAL} \quad [IV.13]$$

11 Como excepción al criterio general expuesto en la presentación del Capítulo 4, para este indicador se tiene en cuenta el conjunto de la explotación, independientemente de si sólo se dedica al olivar o si, por el contrario, es multicultivo.

donde:

OTROSCUL: Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (adimensional).

SUP_OTROS: Superficie de la explotación ocupada por otros cultivos/ usos diferentes al olivar, expresado en hectáreas.

SUP_TOTAL: Superficie total de la explotación, incluyendo la superficie de olivar (*SUP_OLIV*) y la de los otros cultivos/ usos (*SUP_OTROS*), medida también en hectáreas.

Interpretación

Este porcentaje está igualmente acotado en el intervalo $[0,1]$ ¹², cuyos valores cabe interpretar de la siguiente manera. Un valor 0 de *OTROSCUL* indica que se estaría valorando una explotación exclusivamente olivarera, cuya aportación a la calidad del paisaje es limitada, al no aportar a éste ningún tipo de contraste (contribución a un paisaje monótono asociado al monocultivo del olivo). Sería pues el valor menos sostenible que cabría esperar desde esta perspectiva. Sin embargo, a medida que este indicador crece, se evidenciaría la presencia de otros cultivos/ usos en la explotación que mejorarían su contribución a la calidad paisajística, y con ello una valoración igualmente creciente de la sostenibilidad proporcionada por la misma.

IV.2.8 Cobertura del suelo (COBERT)

Definición

El otro elemento que contribuye positivamente a la valoración del paisaje de olivar es la presencia de cubierta vegetal en las calles, bien sea ésta espontánea o cultivada. Por este motivo también se ha seleccionado como indicador de sostenibilidad para este trabajo el grado de cobertura vegetal del suelo en las plantaciones de olivar. Para ello se ha determinado el porcentaje de días en los cuales las mencionadas calles presentan este tipo de cubierta.

Método de cálculo

La expresión matemática necesaria para calcular el porcentaje antes comentado es la siguiente:

12 Lógicamente, el indicador *OTROSCUL* no puede llegar a valer el 100 por ciento, pues eso sería indicativo que no estamos ante una explotación de olivar.

$$COBERT = \frac{DIAS_SUELO_CUBIERTO}{365 \text{ días}} \quad [IV.14]$$

donde:

COBERT: Cobertura del suelo (adimensional).

DIAS_SUELO_CUBIERTO: Número de días al año en que las calles presentan algún tipo de cubierta vegetal.

Interpretación

El valor más desfavorable para una explotación de este indicador (la menor contribución posible a la sostenibilidad) sería el 0, en la medida que se estaría indicando que se trata de un olivar con suelo desnudo todo el año, que es el tipo de paisaje menos valorado. En el extremo opuesto tendríamos las explotaciones cuyas plantaciones de olivar tuviesen las calles permanentemente cubiertas por la vegetación (*COBERT* = 100 por ciento), que sería la opción más valorada por la sociedad en cuanto a paisaje se refiere. Para valores intermedios se asumen una correlación lineal positiva entre este indicador y el grado de sostenibilidad proporcionado por la explotación.

IV.2.9 Índice de mantenimiento y puesta en valor del patrimonio olivarero (PATRIMON)

Definición

El paisaje no es la única contribución del olivar al patrimonio cultural común, sino que también hace una aportación a éste a través de la conservación y puesta en valor de una serie de elementos antropogénicos asociados tradicionalmente a su cultivo y que son valorados positivamente por la sociedad. Entre estos pueden comentarse la presencia de olivos centenarios, haciendas y molinos antiguos, terrazas, muros de piedra, setos, etc. No obstante, una adecuada valoración económica de la presencia de todo este conjunto de elementos excede con creces de los objetivos marcados para la presente investigación. Por este motivo, al objeto de introducir esta componente de la sostenibilidad cultural en el análisis aquí desarrollado, se ha optado por una aproximación pragmática. Para ello se ha considerado el atributo relativo a la conservación de los elementos patrimoniales antes comentados como un intangible, que requiere ser cuantificado a través de un índice construido *ad hoc* siguiendo el mismo método que ya se comentó para el indicador *INDADAP* (índice de adaptación).

En este sentido, los expertos del panel han considerado que las variables observables a considerar para la construcción de este índice son:

- a) la presencia de olivos centenarios en la explotación,
- b) la presencia de haciendas y/o molinos antiguos,
- c) la presencia de terrazas, muros, setos u otros elementos similares, y
- d) que la explotación tenga relación con actividades de turismo rural.

Método de cálculo

A partir de la información anterior, se ha considerado que este índice puede construirse a través de la siguiente suma ponderada de las variables observables antes referidas:

$$PATRIMON = w_{oliv_cent} OLIV_CENT + w_{hac_mol} HAC_MOL + w_{setos} SETOS + w_{turismo} TURISMO \quad [IV.15]$$

siendo:

PATRIMON: Índice de mantenimiento y puesta en valor del patrimonio olivarero (adimensional).

OLIV_CENT: Presencia de olivos centenarios en la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

HAC_MOL: Presencia de haciendas o molinos tradicionales dentro de la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

SETOS: Presencia de setos, terrazas, muros de piedra u otros elementos patrimoniales asimilables en la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

TURISMO: Oferta de actividades turísticas (casas de turismo rural, visitas organizadas, turismo activo, etc.) dentro de la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

Los pesos w_i de esta expresión se han obtenido aplicando igualmente la técnica del AHP al conjunto de expertos del panel (véase apartado V.5.1.), siguiendo el mismo procedimiento que se indicó para el indicador *INDADAP*. Los resultados correspondientes pueden consultarse en el cuadro IV.4:

CUADRO IV.4

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de las variables observables consideradas para el cálculo de PATRIMON

Variable		A	B	C	D		Porcentaje
A	Presencia de olivos centenarios	1,00	0,39	0,62	0,25	λ max.= 4,002	$w_{\text{oliv.cent}} = 10,8$
B	Presencia de haciendas y/o molinos antiguos	2,57	1,00	1,73	0,61	CI= 0,001	$w_{\text{hac.mol}} = 27,8$
C	Presencia de setos, terrazas, etc. mantenidas	1,62	0,58	1,00	0,35	RI= 0,882	$w_{\text{setos}} = 16,4$
D	Relación con actividades de turismo rural	3,93	1,64	2,85	1,00	CR= 0	$w_{\text{turismo}} = 44,9$

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

El valor de este índice así definido está acotado en el intervalo [0,1]. El valor 0 se corresponde con las explotaciones que no presentan ninguno de los elementos patrimoniales antes referidos y no están relacionadas con las actividades de turismo rural. Se trataría pues del caso más desfavorable desde el punto de vista de la sostenibilidad, en la medida que las explotaciones así valoradas no contribuyen a la conservación y valorización de dichos elementos. A partir de esta valoración nula, valores de *PATRIMON* crecientes son indicativos de una aportación progresivamente mayor de la explotación en relación con esta función, y así hasta llegar al valor máximo de 1, que se trataría de la situación óptima desde el punto de vista de la sostenibilidad socio-cultural.

IV.3 | Indicadores de sostenibilidad ambiental

El análisis de la dimensión ambiental de la sostenibilidad del olivar andaluz se ha vinculado al desempeño de dos funciones o principios básicos:

- el mantenimiento de la biodiversidad y
- el mantenimiento de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático (véase cuadro IV.5).

Siguiendo el marco SAFE, estos principios se han relacionado con una serie de criterios. Así, de acuerdo con lo consensuado por el panel de expertos, el adecuado desempeño de la primera de las funciones anteriores pasa por el cumplimiento de los siguientes puntos:

- a1) que la diversidad genética del olivar esté garantizada,
- a2) que la diversidad biológica asociada al cultivo del olivar resulte mantenida o aumentada, y
- a3) que la diversidad de hábitats (ecosistemas) sea igualmente mantenida o aumentada.

De esta forma se trata de recoger los tres niveles que engloba la biodiversidad (Primack, 1993), considerando ésta como la conjunción de la diversidad genética (variedades de olivar en nuestro caso), la diversidad biológica (variedad de especies asociadas al olivar) y la diversidad de comunidades (variedad de ecosistemas asociados al olivar).

Por otra parte, la función de mantenimiento de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático se considera que se cumple adecuadamente cuando:

- b1) la erosión del suelo es minimizada,
- b2) la fertilidad del suelo se mantiene o se mejora,
- b3) la calidad química del suelo y del agua es igualmente mantenida o mejorada,
- b4) la detracción de agua de los ecosistemas para riego es minimizada,
- b5) el balance de energía de la actividad agraria es optimizado.

Finalmente 11 han sido los indicadores seleccionados al objeto de medir el grado de cumplimiento de estos criterios, tal y como se comenta en los siguientes subapartados.

CUADRO IV.5

Criterios e indicadores de sostenibilidad ambiental para los sistemas de olivar

PRINCIPIOS	CRITERIOS	INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD (acrónimo) [unidad de medida]
Función de mantenimiento de la biodiversidad	Diversidad genética olivar garantizada	Número de variedades de olivar (NUMVAR) [variedades de olivar] número entero
	Diversidad biológica mantenida o aumentada	Índice de diversidad biológica (INDIVERS) [adimensional] acotado [0,1]
		Riesgo de pesticidas (RIESPEST) [kg rata/ha-año]
	Diversidad de hábitats (ecosistemas) mantenida o aumentada	Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (OTROSCUL) [porcentaje] acotado [0,1]
Porcentaje de la explotación no cultivada (lindes, setos, ribera de arroyos, bosques islas, etc.) (SUPNOCUL) [porcentaje] acotado [0,1]		
Función de mantenimiento de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático	Erosión del suelo minimizada	Cantidad de suelo erosionada (EROSION) [t/ha-año]
	Fertilidad del suelo mantenida o mejorada	Índice de materia orgánica en el suelo (MATORG) [adimensional] acotado [0,1]
	Calidad química del suelo y agua mantenida o mejorada	Balance de nitrógeno (BALNITRO) [kg N/ha-año]
		Uso de herbicidas (HERBICID) [g equivalentes de glifosato/ha-año]
	Detracción de agua de los ecosistemas minimizada	Uso del agua de riego (USOAGUA) [m3/ha-año]
Balance de energía optimizado	Balance energético (BALENERG) [kcal/ha-año]	

Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1 Número de variedades de olivar (NUMVAR)

Definición

El material vegetal del olivo cultivado en Andalucía se caracteriza por estar compuesto por una gran cantidad de variedades (más de 120 variedades cultivadas¹³), todas ellas muy antiguas. Esta diversidad de cultivares se debe

13 En el mundo se estima existen entorno a 2.000 variedades de olivar, de las cuales 262 son cultivadas en España, y unas 120 en Andalucía (Barranco, 2008).

principalmente a dos causas (Barranco, 2008). La primera es la necesidad de contar con variedades adaptadas a las diferentes condiciones edafoclimáticas donde se desarrolla el cultivo, lo cual ha provocado que la selección de individuos realizadas a lo largo de los 6.000 años de cultivo se haya realizado a nivel local sobre la base de diferentes variedades 'autóctonas'. Tal circunstancia explica que las diferentes variedades de olivo estén normalmente localizadas en el entorno geográfico de su origen. La segunda razón, ésta sí más específica del olivar, es la longevidad de las plantaciones, que ha hecho que la selección del material vegetal haya sido mucho más lenta que en los cultivos herbáceos, y que incluso en la actualidad las principales variedades sigan siendo las mismas que hace algunos siglos.

Sea como fuera, esta diversidad genética es un patrimonio natural que debe conservarse para las generaciones venideras. A pesar de ello, las nuevas tendencias de la olivicultura están tendiendo hacia la homogeneización de las plantaciones, con la consecuente reducción de las variedades cultivadas. De hecho, más del 90 por ciento de las nuevas plantaciones de olivar realizadas durante la última década se han basado en sólo tres variedades ('Picual', 'Arbequina' y 'Hojiblanca'). Por estos motivos se ha considerado oportuno incluir en el análisis un indicador que cuantifique la contribución de las explotaciones de olivar a la conservación de los recursos filogenéticos de este cultivo. Dicho indicador, al que se ha denominado *NUMVAR*, cuantifica el número de variedades diferentes de olivar en la explotación, incluyendo también como tales aquellos olivos sin variedad reconocida ('malacastas').

Interpretación

Este indicador se obtiene de forma directa de la información suministrada por propio olivicultor. El valor mínimo de *NUMVAR* es 1, que señala como la plantación existente en la explotación es monovarietal. Por lo que antes se ha comentado, esta situación sería la menos sostenible, en la medida que representa la peor contribución posible de la explotación al mantenimiento de la diversidad genética del cultivo. A medida que el número de variedades por explotación se incrementa, se considera asimismo que aumenta la sostenibilidad ambiental de la misma, ya que ésta contribuye de forma creciente a la conservación de los recursos filogenéticos del olivo.

IV.3.2 Índice de diversidad biológica (INDIVERS)

Definición

La diversidad biológica asociada al olivar está constituida por una enorme cantidad de seres vivos, que van desde la microbiota del suelo hasta los

vertebrados superiores que habitan o se alimentan dentro de los límites de las explotaciones de olivar, pasando entre medias por una gran variedad de plantas e invertebrados. Sin duda, tratar de cuantificar esta riqueza de especies a nivel de explotación resulta una tarea ardua y que no está al alcance de esta investigación (Duelli y Obrist, 2003; OCDE, 2003). Por este motivo se ha considerado conveniente la construcción de un índice específicamente diseñado con este fin que permita realizar una aproximación cuantitativa razonable a este atributo de la sostenibilidad ambiental.

Para la construcción de este índice se ha contado inicialmente con los conocimientos previos recogidos en la literatura científica, al objeto de determinar las variables fácilmente observables que están más íntimamente relacionadas con la biodiversidad del olivar. Una excelente revisión del estado de la cuestión al respecto puede encontrarse en Duarte et al. (2009). Las variables así catalogadas han sido debatidas con el panel de expertos, consensuándose cuáles de ellas resultan más adecuadas para a construcción del índice pretendido. En este sentido la selección de las variables observables a integrar finalmente en dicho índice ha sido la siguiente:

- a) la presencia de cubiertas vegetales en calles (conservación de la flora y la fauna asociada a la misma),
- b) el mantenimiento de las cubiertas vegetales a través de la siega a diente por ganado ovino (método de manejo del suelo menos agresivo con las especies presentes en el mismo),
- c) el apilado de varetas tras la poda (generación de zonas de refugio para determinadas especies animales),
- d) el mantenimiento de aceitunas en los olivos tras la cosecha (reservas de cosecha a disposición de la fauna para su alimentación), y
- e) el riego con goteos enterrados o sin fertirrigación (minimización de los envenenamientos de animales que utilizan dichos goteros como bebederos).

Método de cálculo

A semejanza de como se ha expuesto en índices anteriores (*INDADAP* o *PATRIMON*), el índice de biodiversidad se ha construido sobre la base de la siguiente expresión lineal:

$$INDIVERS = w_{cubier} CUBIER + w_{diente} DIENTE + w_{apilado} APILADO + w_{aceitu} ACEITU + w_{riego} RIEGO \quad [IV.16]$$

donde:

INDIVERS: Índice de diversidad biológica (adimensional).

CUBIER: Mantenimiento de cubiertas vegetales en calles, bien sean espontáneas, sembradas o de restos de poda (adimensional): No = 0; Sí = 1.

DIENTE: Control de la vegetación arvense de la explotación mediante siega a diente (adimensional): No = 0; Sí = 1.

APLIADO: Apilado o enrollado de varetas y otros elementos similares procedentes de la poda y su depósito en los límites de la explotación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

ACEITU: Presencia de aceitunas en los árboles tras la cosecha, bien por propia resistencia del fruto a ser derribado cuando se emplean vibradores, bien porque el olivicultor deje ramas u olivos sin recolectar (adimensional): No = 0; Sí = 1.

RIEGO: En explotaciones con riego, presencia de goteros enterrados o riego sin fertirrigación (adimensional): No = 0; Sí = 1.

En este caso, es necesario comentar que los cinco atributos relacionados con la diversidad biológica no son aplicables a todas las explotaciones de olivar. En concreto, el último de ellos, relativo al uso de riego por gotero, es sólo de interés para aquéllas que tienen riego. Por este motivo, el último de los sumandos del índice expresado en [4.15] sólo será aplicable a los olivares de regadío. Tal circunstancia requiere estimar dos conjuntos de pesos, uno aplicable a las explotaciones con riego (una ponderación para cada uno de los cinco atributos) y otro para las explotaciones de secano (cuatro pesos para sus cuatro atributos). Con este propósito se ha empleado el método AHP a los expertos del panel como en los otros dos índices comentados anteriormente (véase apartado V.5.1.). Los resultados obtenidos pueden apreciarse en el cuadro IV.6.

CUADRO IV.6

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de las variables observables consideradas para el cálculo de INDIVERS

Variable	A	B	C	D	E		Riego Secano	
							Porcentaje	
A Mantenimiento cubiertas vegetales en calles	1,00	3,68	6,38	6,11	5,34	λ max. = 5,137	$W_{\text{cubier}} =$	56,6 63,6
B Siega a diente	0,27	1,00	0,56	0,93	0,78	CI = 0,034	$W_{\text{diente}} =$	9,6 10,8
C Apilado de varetas	0,16	1,79	1,00	1,51	1,14	RI = 1,115	$W_{\text{apilado}} =$	13,0 14,6
D Mantenimiento de aceitunas	0,16	1,08	0,66	1,00	1,01	CR = 3%	$W_{\text{aceitu}} =$	9,8 11,0
E Riego con goteos enterrados o sin fertirrigación	0,19	1,28	0,87	0,99	1,00		$W_{\text{riego}} =$	11,0 ---

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Como el resto de los índices así contruidos, *INDIVERS* es un indicador adimensional, cuyos valores se encuentran acotados en el intervalo [0,1]. Así, valores iguales a 1 apuntan a una explotación donde la biodiversidad es optimizada. Por el contrario, valores de este índice iguales a 0 indican que en la explotación analizada no se realiza ninguna práctica que puede favorecer la diversidad biológica asociada al cultivo. Así pues, desde una perspectiva de sostenibilidad ambiental, cabe considerar que mientras mayor sea el valor resultante de *INDIVERS*, la explotación mejor cumple su papel de mantener la biodiversidad y, por tanto, debe ser mejor valorada en términos de sostenibilidad ambiental.

IV.3.3 Riesgo de pesticidas (RIESPEST)

Definición

La biodiversidad del olivar está directamente influenciada, además de por las variables observables antes comentadas, por los tratamientos químicos aplicados al cultivo, tanto para el manejo del suelo (herbicidas) como para el tratamiento de las enfermedades y plagas (fungicidas e insecticidas). Todos ellos tienen en común su poder biocida, por lo que su uso supone una merma de las poblaciones de diferentes tipos de organismos que comparten junto con el olivo estos territorios. Por esta causa, se ha incluido igualmente un indicador específico que trata de cuantificar el potencial biocida de las materias activas empleadas en estos tratamientos, siguiendo así la sugerencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2005).

Método de cálculo

Al objeto de medir la cantidad de organismos vivos potencialmente eliminables por el empleo de pesticidas se ha seguido la siguiente expresión matemática:

$$RIEPEST = \sum_{m=1}^{m=M} \sum_{n=1}^{n=N} \frac{QPC_m \times CMA_{mn}}{DL50_n} \quad [IV.17]$$

donde:

RIESPEST: Riesgo de pesticidas, cuantificado como la capacidad biocida potencial de los pesticidas empleados en el olivar medidos en kg de rata/ha·año.

QPC_m : Cantidad del producto comercial m aplicado (kg producto comercial m/ha·año).

CMA_{mn} : Concentración de la materia activa n en el producto comercial m (g materia activa n/kg producto comercial m).

$DL50_n$: Dosis letal 50 por ciento de la materia activa n (g materia activa n/kg de rata)¹⁴.

Interpretación

El valor mínimo que puede tomar este indicador es 0. Éste sería el caso de las explotaciones acogidas a la producción ecológica o que no realizasen ningún tipo de tratamiento con pesticida. Lógicamente, esta situación sería la más valorada para el cumplimiento de la función del mantenimiento de la biodiversidad y, por tanto, la que se considera más sostenible en términos ambientales. A partir de este valor nulo, a medida que se incrementa el valor de *RIESPEST*, se incrementa la capacidad biocida de los tratamientos fitosanitarios aplicados, con la consiguiente merma en la valoración de la sostenibilidad de dichas explotaciones. De esta manera, se considera una relación lineal inversa entre este indicador y el grado de sostenibilidad ambiental proporcionado por las explotaciones de olivar analizadas.

14 La dosis letal es una forma de expresar el grado de toxicidad de una sustancia. Como la resistencia a una sustancia puede variar de un sujeto a otro, se expresa como la dosis tal a la que de una población de muestra dada, un porcentaje dado muere. Como norma general se utiliza la dosis letal mediana o DL50 que equivale a la dosis única obtenida estadísticamente de una sustancia de la que cabe esperar que, administrada por vía oral, cause la muerte de la mitad de un grupo de ratas albinas adultas jóvenes en el plazo de 14 días. El valor de la LD50 se expresa en términos de masa de la sustancia suministrada por peso de animal sometido al ensayo, normalmente en mg de materia activa por kg de rata.

IV.3.4 Porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos/ usos (OTROSCUL)

Definición

Como se comentó al inicio del apartado 1.3, la biodiversidad es un concepto complejo, que no sólo tiene en cuenta la variabilidad en el número de especies presentes en un territorio (diversidades genética y biológica ya consideradas con los anteriores indicadores), sino también la diversidad de comunidades o ecosistemas (Primack, 1993). Por este motivo se han seleccionado igualmente dos indicadores para cuantificar el desempeño de las explotaciones de olivar en este sentido.

El primero de estos indicadores que trata de cuantificar la diversidad de hábitats en el seno de las explotaciones de olivar es el porcentaje de superficie dedicada a otros cultivos o usos (*OTROSCUL*), indicador que ya ha sido presentado en el apartado 1.3.4 por su contribución a la calidad del paisaje¹⁵. No obstante, dentro de este contexto relacionado con la biodiversidad, este indicador debe analizarse como un *proxy* de la existencia de heterogeneidad en el uso del territorio, y por tanto, de diversidad de ecosistemas. Así pues, un valor 0 de *OTROSCUL* supondría que estamos valorando una explotación dedicada al monocultivo del olivo, donde no existe variedad de ecosistemas alguna. Se trataría pues de la peor situación posible para la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, a medida que se incrementa este indicador cabe asumir que las explotaciones presentan de otros cultivos/ usos y, por tanto, integran en su seno ecosistemas diferenciados. Este incremento en la diversidad de hábitat viene marcada tanto por la propia existencia de dichos usos alternativos del suelo, como por la existencia de ‘límites’ o ‘divisorias’ (lindes, setos, ribera de arroyos, etc.) para la delimitación de zonas con usos dispares, franjas de terreno donde las interacciones ecológicas son mucho más ricas y variadas. Por tanto, para esta investigación se va a asumir una correlación positiva entre el indicador *OTROSCUL* y la sostenibilidad ambiental.

15 Cabría pensar que el empleo de un mismo indicador para medir aspectos diferentes de la sostenibilidad podría generar un problema de ‘doble contabilidad’ a la hora de calcular el pretendido indicador sintético. No obstante, como se comenta en el apartado V.2, éste no es el caso de la investigación actual, en la medida que para la construcción de tales índices se ha seguido un cuidadoso proceso de ponderación de los indicadores de base (Smith, 2002).

IV.3.5 Porcentaje de la explotación no cultivada (SUPNOCUL)

Definición

El segundo de los indicadores para medir la diversidad de ecosistemas en las explotaciones de olivar es el porcentaje de su superficie que no está destinada a ningún cultivo. A través del mismo se trata de cuantificar la importancia relativa de ecosistemas no agrarios dentro de las mismas, como por ejemplo bosques islas, riberas de ríos y arroyos, afloramientos rocosos, etc. La consideración particular de este tipo de ecosistemas locales está justificada en la medida que se trata de zonas donde la actividad antrópica es mínima (no-cultivo), por lo que pueden servir de soporte vital para determinados organismos que, estando asociados al olivar, no habitan dentro del mismo. Claros ejemplos de especies de este tipo son buena parte de las aves, reptiles y mamíferos tradicionalmente asociados al olivar, que crían fuera del mismo pero se alimentan básicamente de seres que sí residen dentro de él (especies predatoras que emplean el olivar como 'comedero').

Método de cálculo

Este indicador se calcula de una forma simple por medio de la siguiente expresión:

$$SUPNOCUL = \frac{SUP_NOCULT}{SUP_TOTAL} \quad [IV.18]$$

donde:

SUPNOCUL: Porcentaje de la explotación no cultivada (adimensional).

SUP_NOCULT: Superficie de la explotación no cultivada, incluyendo la superficie dedicada a bosques islas, riberas, afloramientos rocosos, etc., medida en hectáreas.

Interpretación

Como en el caso del indicador anterior, el valor mínimo de *SUPNOCUL* es 0. Si se tienen en cuenta los argumentos anteriores es fácil deducir que tal situación es la más desfavorable para la sostenibilidad ambiental. No obstante, a medida que el valor del indicador crece se considera que también aumenta su grado de sostenibilidad, en la medida que cumple cada vez mejor su función de soportar diferentes tipos de hábitats, circunstancia que beneficia tanto a la flora como a la fauna silvestres.

IV.3. 6 Cantidad de suelo erosionada (EROSION)

Definición

La erosión de los suelos representa uno de los problemas ambientales más importantes y extendidos en el sector del olivar (Pastor et al., 1999; CAP, 2008; Gómez Calero y Giráldez, 2009). Esta situación es el resultado de la confluencia de determinadas variables ambientales presentes en buena parte de los territorios de olivar (altas pendientes, alta torrencialidad de la lluvia y alta erodibilidad de los suelos) y la realización de una serie de prácticas agrícolas inadecuadas en relación con el manejo del suelo (Gómez Calero et al., 2003 y 2009).

Según datos oficiales (CAP, 2008), cabe estimar más de 50 millones de toneladas al año las pérdidas de suelo provenientes de las explotaciones andaluzas de olivar. Dichas pérdidas se corresponden con los horizontes superficiales más ricos en nutrientes y materia orgánica de estas explotaciones agrícolas. En el largo plazo estos fenómenos erosivos son insostenibles en la medida que suponen un deterioro continuado de la capacidad productiva de los suelos, limitando de esta manera su funcionalidad para la producción agrícola o cualquier otro uso del mismo como soporte del medio natural y primer eslabón de la cadena alimentaria.

Los datos anteriores explican por sí solos la necesidad de integrar en el análisis de la sostenibilidad del olivar un indicador que cuantifique la pérdida de suelo. Este indicador, al que se denomina *EROSION*, va a estimar para cada explotación de la muestra las pérdidas de suelo medidas en toneladas por hectárea y año, de acuerdo a sus condiciones locales (edafo-climáticas y de manejo del cultivo). Para ello, como recomiendan Gómez Calero y Giráldez (2009), se va a emplear la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo actualizada (*Revised Universal Soil Loss Equation*, abreviadamente *RUSLE*) (Renard et al., 1997).

Método de cálculo

Siguiendo la expresión de la *RUSLE*, este indicador se calcula como sigue:

$$EROSION = R \times K \times LS \times C \times P \quad [IV.19]$$

donde:

EROSION: Cantidad de suelo erosionada expresada en t/ha·año.

R: Factor de erosividad de la lluvia, que depende de la energía y duración de las precipitaciones (adimensional).

K: Factor de erodibilidad del suelo, que dependen del tipo suelo (adimensional).

LS: Factor de la topografía del terreno, dependiente de la longitud y pendiente del terreno (adimensional).

C: Factor que recoge el efecto del tipo de cultivo y el método de manejo del suelo (adimensional).

P: Factor que recoge el efecto de las medidas de conservación implementadas para el control de la erosión (adimensional).

Para una exposición detallada de la forma de estimar cada uno de estos factores a escala local remitimos al lector interesado al manual de Renard et al. (1997).

Interpretación

Este indicador en todos los casos toma valores estrictamente positivos¹⁶. En cualquier caso es evidente que a medida que el valor de *EROSION* se incrementa (valores crecientes de suelo perdido), las explotaciones de olivar son menos eficaces en el cumplimiento de su función de conservar el recurso suelo y, por tanto, deben considerarse menos sostenibles desde una perspectiva ambiental.

IV.3.7 Índice de materia orgánica en el suelo (MATORG)

Definición

Como la mayoría de los recursos, el suelo debe conservarse tanto en cantidad como en calidad. Las variaciones en el *stock* de este recurso han sido consideradas a través del indicador *EROSION*. Así pues, resulta obligado incluir igualmente en el análisis un indicador que cuantifique la calidad de los suelos de las explotaciones de olivar. En este sentido la cuestión que se plantea es cómo medir la calidad de estos suelos. Para responder a esta cuestión debemos tener en cuenta que en los territorios de olivar el factor más determinante para la calidad del suelo es su contenido de materia orgánica (Parra et al., 2002). Así pues, la cantidad de materia orgánica en el mismo puede considerarse un indicador válido para cuantificar esta componente de la sostenibilidad.

16 La erosión afecta a todos los suelos, en menor o mayor medida. Por este motivo en la práctica no puede existir una tasa de erosión nula.

Existen varios procedimientos analíticos para la determinación del porcentaje de materia orgánica en los suelos agrícolas. No obstante, este tipo de determinación está fuera del alcance de esta investigación, en la medida que ésta resultaría muy costosa en tiempo y dinero por la amplitud de la muestra de explotaciones considerada. Por este motivo, en su defecto se ha considerado como alternativa válida el empleo de un índice específico (*MATORG*), que trate de estimar de forma adimensional la cantidad de materia orgánica del suelo. Con el propósito de construir tal índice se ha contado de nuevo con el conocimiento experto del panel, que ha determinado cuáles son las variables observables que más condicionan el nivel de dicha materia orgánica en el suelo. Las variables seleccionadas con este propósito han sido:

- a) el manejo del suelo (número de labores y mantenimiento de cubiertas vegetales) y
- b) la gestión de los restos de poda (picado o no de tales restos).

Método de cálculo

Como ya se ha comentado anteriormente, la formulación de estos índices cabe ajustarse a una suma ponderada de las variables observables que están directamente relacionadas con el fenómeno analizado. En este caso, según lo comentado anteriormente, esta expresión tomaría la siguiente forma:

$$MATORG = w_{labores} \times LABORES + w_{cubierta} \times CUBIERTA + w_{restos_poda} \times RESTOS_PODA \quad [IV.20]$$

donde:

MATORG: Índice de materia orgánica en el suelo (adimensional).

LABORES: Manejo de suelo (adimensional): Más de una labor al año = 0; Ninguna o una labor al año = 1.

CUBIERTA: Existencia de cubierta vegetal en las calles (adimensional): No = 0; Sí = 1.

RESTOS_PODA: Picado de restos de poda (adimensional): No = 0; Sí = 1.

La ponderación (w) de estas variables observables se ha calculado igualmente a través de las opiniones de los expertos componentes del panel, aplicando para ello la técnica del AHP y la agregación de juicios a través de la media geométrica, tal y como se ha señalado para el resto de índices construidos anteriormente (véase apartado V.5.1.). Los resultados obtenidos en este caso son los que se señalan en el cuadro siguiente:

$$MATORG = w_{labores} \times LABORES + w_{cubierta} \times CUBIERTA + w_{restos_poda} \times RESTOS_PODA$$

CUADRO IV.7

Matriz de Saaty y ponderaciones agregadas de las variables observables consideradas para el cálculo de MATORG

Variable	A	B	C		Porcentaje
A Manejo de suelo: sólo una labor	1,00	0,15	0,19	λ max. = 3,005	$w_{\text{labores}} = 7,7$
B Manejo de suelo: con cubierta	6,88	1,00	1,07	CI = 0,002	$w_{\text{cubierta}} = 49,3$
C Picado de restos de poda	5,20	0,93	1,00	RI = 0,525	$w_{\text{restos_poda}} = 43,0$
				CR = 0%	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

El valor de este índice adimensional está acotado entre 0 y 1. La mejor valoración en este sentido de una explotación sería aquella donde *MATORG* tome un valor igual a 1, ya que indicaría que ésta realiza las prácticas más adecuadas para incrementar la fertilidad del suelo (porcentaje de materia orgánica). Así pues, una puntuación igual a 1 es la que debe considerarse como la más sostenible desde esta perspectiva. El caso contrario ocurre cuando este índice toma un valor 0, que representa la situación menos sostenible para el mantenimiento de la fertilidad del suelo del olivar. Para situaciones intermedias cabe asumir una relación lineal positiva entre el índice *MATORG* y la sostenibilidad proporcionada por la explotación.

IV.3.8 Balance de nitrógeno (BALNITRO)

Definición

El nitrógeno es un macronutriente esencial para el olivo. Sin embargo, una cantidad excesiva de este elemento en los suelos puede generar serios problemas ambientales (Fernández-Escobar, 2008). Efectivamente, el exceso de nitrógeno puede disolverse por el agua de lluvia o por el agua de riego, y ser arrastrado corriente abajo produciendo fenómenos de contaminación difusa que derivan en la eutrofización de las masas de agua receptoras de tales flujos (Hermosín et al., 2009). De igual forma la existencia de este elemento en demasía puede acelerar los procesos naturales de desnitrificación bacteriana, liberando a la atmósfera diferentes tipos de óxidos de nitrógeno (fundamentalmente óxido nitroso - N_2O - y óxido nítrico - NO), gases que generan un efecto invernadero casi 300 veces superior al CO_2 (IPCC, 2007).

La generación de todas estas externalidades negativas relacionadas con el uso del nitrógeno en las explotaciones de olivar justifica la selección de

un indicador específico que cuantifique su desempeño en relación con el ciclo de dicho elemento. En esta línea se ha seguido el planteamiento de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2005), que propone el cálculo del balance de nitrógeno para valorar las consecuencias de la utilización del mismo en la actividad agraria. Dicho balance puede calcularse de forma simple como la diferencia entre nitrógeno aportado a la explotación a través de la fertilización y la cantidad del mismo extraído en forma de cosecha u otros subproductos¹⁷. La diferencia así calculada puede considerarse como un *proxy* de la cantidad de este elemento que es liberado al medio ambiente, con los correspondientes efectos perjudiciales.

Método de cálculo

El cálculo del balance de este elemento químico en las explotaciones de olivar analizadas se ajusta a la siguiente expresión:

$$BALNITRO = (N_{fert_inorg} + N_{fert_org}) - (N_{cosecha} + N_{subproductos}) \quad [IV.21]$$

donde:

BALNITRO: Balance de nitrógeno, expresado en kg N/ha·año.

N_{fert_inorg} : Cantidad de nitrógeno presente en el abonado orgánico aportado al cultivo (kg N/ha·año).

N_{fert_org} : Cantidad de nitrógeno presente en el abonado inorgánico aportado al cultivo (kg N/ha·año).

$N_{cosecha}$: Cantidad de nitrógeno extraída de la explotación en forma de aceitunas (kg N/ha·año).

$N_{subproductos}$: Cantidad de nitrógeno extraída de la explotación en forma de biomasa (kg N/ha·año).

17 En el ciclo del nitrógeno de las explotaciones agrarias intervienen de manera decisiva la microbiota del suelo, causante de todo un conjunto complejo de flujos hacia dentro (procesos de nitrificación) y hacia fuera (procesos de desnitrificación) de este elemento. El balance del nitrógeno derivado de la actividad biótica del suelo puede ser, de hecho, tanto negativo (el suelo como sumidero de óxidos de nitrógeno) como positivo (el suelo como fuente de tales gases). En cualquier caso la cuantificación de dichos fenómenos sobrepasa las posibilidades de este trabajo. Por este motivo se ha simplificado el análisis asumiendo que este balance derivado de la actividad microbiana es nulo, no siendo pues contabilizado en el cálculo del indicador *BALNITRO*.

Interpretación

En principio, los valores de este indicador no están acotados ni superior ni inferiormente. De hecho éste puede tomar valores incluso negativos, como ocurre en los casos en los que no se haga ninguna aportación artificial de nitrógeno, y existan extracciones efectivas de este elemento a través de la cosecha¹⁸. En estos casos la liberación al medio de nitrógeno (impacto ambiental negativo) sería inexistente, siendo éste el caso más favorable (más sostenible). No obstante, de la explicación anterior se deduce que a medida que el valor del indicador *BALNITRO* se incrementa, la explotación analizada es cada vez menos sostenible desde una perspectiva ambiental, pues la cantidad de nitrógeno liberada al medio se incrementa proporcionalmente, con el consecuente perjuicio ambiental (contaminación del agua y la atmósfera).

IV.3.9 Uso de herbicidas (*HERBICID*)

Definición

La progresiva generalización de los sistemas de laboreo de conservación (mínimo laboreo y no laboreo) en el olivar ha provocado un uso cada vez más intensivo de herbicidas para limitar la competencia por el agua y los nutrientes de las malas hierbas. Las aplicaciones de estos agroquímicos se realizan al objeto de asegurar su presencia en el lugar y momento apropiado para evitar la competencia de la flora arvense. No obstante, una vez que los herbicidas llegan al suelo o las plantas, estos experimentan una serie de procesos (adsorción, arrastre, lixiviado, volatilización, etc.) que por una parte le restan eficacia, al disminuir su disponibilidad para la plaga a combatir, y por otra originan su presencia en lugares no deseados. Los procesos de percolación o lixiviado y el arrastre superficial o escorrentía son los efectos secundarios más graves, en la medida que posibilitan que las materias activas de los herbicidas lleguen a masas de aguas subterráneas y superficiales, convirtiéndose en fuentes de contaminación difusa. Esta circunstancia explica la existencia de episodios recurrentes de contaminación de embalses y acuíferos localizados aguas abajo de las mayores zonas productoras de olivar (Rumblar y Dañador en Jaén, Iznájar en Córdoba, José Toral en Sevilla o Guadalteba en Málaga), especialmente en años de sequía. Esta contaminación perjudica tanto a los ecosistemas como a la salud pública, especialmente cuando se trata de masas de agua que son utilizadas como fuentes de agua potable (Hermosín et al., 2009).

18 Un valor negativo de *BALNITRO* mantenido en el tiempo implica necesariamente la existencia de una actividad microbiana de nitrificación (suelo como sumidero de óxidos de nitrógeno), que ponga a disposición del cultivo determinadas cantidades de nitrógeno.

Estas afecciones ambientales negativas sobre las masas de agua han tratado de solventarse progresivamente a través de la prohibición para su uso en olivar de los herbicidas más problemáticos como la simazina (año 2003) o el diurón (año 2007), y restricciones cada vez más severas en el empleo de otros como la terbutilazina. En cualquier caso, el riesgo de contaminación por estos pesticidas sigue existiendo, en la medida que se siguen utilizando todo un conjunto de materias activas potencialmente contaminantes. Por ello se ha considerado oportuno la inclusión de un indicador que cuantifique este potencial perjuicio ambiental del cultivo del olivar sobre el medio hídrico.

Método de cálculo

Siguiendo el planteamiento anterior, el indicador desarrollado mide la capacidad de contaminación potencial derivada del uso de los herbicidas todavía empleados en las explotaciones de olivar, ajustándose a la siguiente formulación:

$$HERBICID = \sum_{m=1}^{m=M} \sum_{n=1}^{n=N} equiv_n \times QHR_m \times CMA_{mn} \quad [IV.22]$$

siendo:

HERBICID: Uso de herbicidas, cuantificados en g equivalentes de glifosato por hectárea y año.

equiv_n: Capacidad contaminante equivalente de la materia activa *n* en comparación con el glifosato, la materia activa más habitualmente empleada como herbicida en el olivar. Este coeficiente está cuantificado en g equivalentes de glifosato por g de materia activa *n*.

QHR_m: Cantidad de la formulación comercial del herbicida *m*, cuantificado en kg producto comercial *m* aplicado por hectárea y año.

CMA_{mn}: Concentración de la materia activa *n* en el producto comercial *m* medido en g de materia activa *n* por kg de producto comercial *m*.

Los valores de *equiv_n* se han estimado *ad hoc* para esta investigación con la colaboración del panel de expertos, cuyos componentes han establecido igualmente las equivalencias entre los diferentes herbicidas empleados en el olivar y el glifosato sobre la base de su capacidad contaminante de las masas de aguas. Los resultados de tal comparativa son los que se aprecian en el cuadro IV.8.

CUADRO IV.8**Equivalencia entre las materias activas empleadas como herbicidas en el olivar y el glifosato en función de su capacidad contaminante**

Materia activa	Equivalencia (equiv.)
Amitrol	0,28
Diflufenican	0,21
Flazasulfurón	0,42
Glifosato	1,00
MCPA	1,18
Oxifluorfen	1,01
Terbutilazina	3,17

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

El valor más bajo que puede tomar este indicador es 0, que indica que no se ha hecho uso alguno de herbicidas. Este sería el caso, por ejemplo de las explotaciones de olivar ecológico, siendo la situación óptima desde un punto de vista ambiental (no existe peligro alguno de contaminación de las aguas). A partir de este valor, cualquier incremento en el indicador *HERBICID* debe valorarse negativamente. Así pues, se considera una relación inversa entre este indicador y el grado de sostenibilidad ambiental proporcionado por las explotaciones de olivar analizadas.

IV.3.10 Uso del agua de riego (USOAGUA)

Definición

Las estadísticas oficiales presentan grandes divergencias en relación con la superficie de olivar en regadío. Así, según los últimos datos de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (CAP, 2008), actualmente existen 297.434 hectáreas de olivar de regadío, lo que representa el 20,6 por ciento del total de la Comunidad Autónoma. Sin embargo, los datos de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir ofrecen unas cifras de superficie regada de olivar de 380.510 hectáreas (CHG, 2008). Asimismo, según datos proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino a través de Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos correspondiente a 2009 (MARM, 2009a), el olivar en regadío en Andalucía asciende hasta las 546.425 ha, sobre un total de 1.545.813 ha; es decir, el 35,3 por ciento del olivar andaluz.

Con independencia de la cifra exacta, cabe afirmar que en la actualidad la superficie de olivar en regadío supone el 47 por ciento de la superficie regada en la cuenca del Guadalquivir (CHG, 2008), siendo este cultivo el principal consumidor de agua (864 hm³/año, el 26 por ciento de las demandas totales de la cuenca), muy por delante del conjunto de abastecimientos urbanos (444 hm³/año) o el cultivo del arroz (433 hm³/año).

La importancia de estas cifras en términos absolutos contrasta con los datos del riego del olivar en términos relativos. Efectivamente, es interesante señalar que este cultivo consume una cantidad de agua mucho menor que los cultivos herbáceos extensivos propios de los grandes regadíos tradicionales del interior de Andalucía (cereales, cultivos industriales, forrajeras, etc.). Ello se debe a dos circunstancias a reseñar. En primer lugar el uso habitual de dosis de riego inferiores a las necesidades hídricas del cultivo (riego deficitario). Así, si bien las necesidades hídricas del olivo en las condiciones andaluzas se sitúan por lo general en un rango entre 4.000 y 5.000 m³/ha·año, la dosis de riego practicadas normalmente son muy inferiores, en torno a 1.500 m³/ha·año. A ello hay que sumar el uso de técnicas de riego altamente eficientes, como el riego localizado, que cubre la práctica totalidad del olivar de regadío.

En cualquier caso, debe destacarse que la preponderancia actual del olivar dentro del regadío andaluz es un hecho novedoso, ya que éste ha sido un cultivo básicamente de secano hasta fechas muy recientes. De hecho, a principios de los noventa del siglo XX la superficie de olivar regado no superaba las 50.000 hectáreas. Tal circunstancia lo que pone de manifiesto es que buena parte de los consumos actuales de agua para el riego del olivar son nuevas demandas de este recurso, que se han sumado en los últimos años a las anteriormente existentes para otros cultivos y usos. Este crecimiento de la demanda de agua en una cuenca ya de por sí al límite de la sostenibilidad como es la del Guadalquivir, ha generado graves problemas ambientales, al sobrepasar los usos a las disponibilidades reales de agua.

El efecto más evidente de este proceso es la sobre-explotación de acuíferos en el alto Guadalquivir. Ejemplos de ello son, entre otros, los acuíferos de Úbeda, Jaén, Torres-Jimena, Bailén-Guarromán-Linares o Rumberal, que han sido declarados como masas de aguas subterráneas 'sobre-explotadas' (extracciones superiores al 80 por ciento de las recargas naturales) por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Otras muchas masas de aguas subterráneas situadas bajo territorios de olivar han sido igualmente declaradas como en 'riesgo de sobre-explotación' (extracciones superiores al 60 por ciento de las recargas naturales). En tales circunstancias los perjuicios no son sólo económicos para los regantes (incremento de los costes de extracción por el descenso de la lámina de agua), sino sobre todo ambientales, pues esta bajada del nivel freático afecta negativamente a toda una serie de ecosistemas acuáticos asociados a dichos acuíferos

(fuentes y afloramientos de agua, lagunas y charcas, caudales en ríos y arroyos, etc.), que ven mermada su calidad ecológica por las extracciones antrópicas del recurso.

Por la gravedad de toda esta problemática, es evidente que la sostenibilidad del olivar pasa por un uso sostenible del recurso agua. Ello justifica la inclusión de un indicador específico para el análisis empírico propuesto. En concreto el indicador planteado cuantifica el consumo de agua por el cultivo, como aproximación a la cantidad de agua extraída de los ecosistemas naturales por las explotaciones de olivar.

Método de cálculo

Con el propósito de cuantificar la cantidad de agua de riego utilizada en las explotaciones de olivar la expresión empleada ha sido la siguiente:

$$USOAGUA = \frac{AGUA_OLIV}{SUP_OLIV} \quad [IV.23]$$

donde:

USOAGUA: Uso del agua para el riego del olivar, cuantificado en m³/ha·año.

AGUA_OLIV: Cantidad bruta de agua extraída del acuífero o de la masa de agua superficial para el riego del olivar (m³/año).

Interpretación

El indicador *USOAGUA* tomará valor 0 en todas las explotaciones de olivar de secano. En este sentido, estas explotaciones cabe considerarlas las más sostenibles desde esta perspectiva, en la medida que no detraen recurso alguno de los ecosistemas. A partir de este valor nulo, cualquier incremento en este indicador se interpreta como un mayor consumo de un recurso escaso que, dada la situación general de 'madurez' de las cuencas andaluzas, puede generar efectos negativos en los ecosistemas acuáticos asociados. Así pues, debe interpretarse que este indicador es inversamente proporcional a la sostenibilidad ambiental de la explotación.

IV.3.11 Balance energético (BALENERG)

Definición

Los efectos ambientales de las explotaciones agrarias pueden tener incidencia en los ecosistemas locales (por ejemplo, los derivados del uso de

recursos locales como el suelo o el agua) o afectar al conjunto del planeta. Este último es el caso del impacto de la agricultura en los flujos de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido, cabría pensar en principio que todas las actividades agrícolas (incluyendo el olivar) son un sumidero de CO_2 por la actividad fotosintética de las plantas cultivadas. Sin embargo, la realidad es mucho más compleja cuando se consideran igualmente todos los procesos biológicos que provocan la liberación de CO_2 y otros GEI (la respiración de las raíces de las plantas, la degradación microbiana de la materia orgánica del suelo, procesos de desnitrificación bacteriana, etc.) y, sobre todo, la actuación del ser humano a través de labores de diferente índole generadoras de CO_2 (consumo de combustibles fósiles en las labores agrícolas y en los procesos industriales para la fabricación de insumos como los fertilizantes o los fitosanitarios). Todo ello ha generado abundantes estudios acerca del papel que las prácticas agrarias pueden desempeñar en relación con la mitigación del cambio climático (véanse las revisiones de Lal, 2008 y Smith et al., 2008).

La complejidad de este tipo de estudios resulta igualmente fuera del alcance de esta investigación, donde predomina una visión eminentemente pragmática y operativa. Por ello, como *proxy* razonable para tratar de incluir esta componente global de la sostenibilidad dentro de nuestro análisis, se ha considerado conveniente seleccionar un indicador que cuantifique el balance energético de las explotaciones (Guzmán Álvarez, 2007; Guzmán y Alonso, 2008). Dicho balance representa la diferencia entre las salidas de energía del sistema (producción agraria cosechada) y la energía aportada al sistema (insumos de producción y labores).

Método de cálculo

Tal y como se deduce de lo comentado anteriormente, este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$BALENERG = (ENERGIA_{\text{outputs}} + ENERGI A_{\text{subproductos}}) - (ENERGIA_{\text{inputs}} + ENERGI A_{\text{labores}}) \quad [\text{IV.24}]$$

donde:

BALENERG: Balance energético total (kcal/ha·año).

ENERGIA_{outputs}: Energía presente en la cosecha de aceitunas (kcal/ha· año).

ENERGIA_{subproductos}: Cantidad de energía contenida en subproductos aprovechados del cultivo como biomasa (kcal/ha· año).

ENERGIA_{inputs}: Energía presente en los insumos empleados (fertilizantes, fitosanitarios, etc.), medido igualmente en kcal/ha· año.

$ENERGIA_{labores}$: Energía presente en las labores de cultivo (maquinaria, combustibles, etc.) también expresada en kcal/ha· año.

Interpretación

Este indicador puede tomar signo tanto positivo como negativo. Cuando el valor del indicador *BALENERG* resulte positivo, ello evidenciará que el sistema de producción empleado en la explotación de olivar está consumiendo menos energía (energía entrante) que la que produce fruto de la fotosíntesis (energía saliente). Así, cuanto más positivo es el valor del indicador, menos energía consume y más produce, por lo que la explotación resultará más sostenible desde el punto de vista de sostenibilidad ambiental (se asume que contribuye favorablemente a mitigar el cambio climático). Por el contrario, cuando el valor del indicador *BALENERG* resulte negativo, ello significará que la explotación analizada está demandando más energía de la que produce. Así, cuanto más negativo sea el valor del indicador, menor será la sostenibilidad ambiental proporcionada por dicha explotación.