
Indicadores de sostenibilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Alumna: Maria Mestre Montserrat

Tutora: Marta Astier Calderón

Octubre de 2011

Màster d'Agricultura Ecològica de la Universitat de Barcelona

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Índice

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO	5
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Justificación.....	6
1.2 Objetivos	6
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1 El concepto de sustentabilidad: definición y puesta en práctica.....	8
2.2 Sistemas agrícolas sustentables	9
2.3 Indicadores de sustentabilidad	10
2.4 El manejo agroecológico en viñedos: la gestión de la cubierta como punto estratégico para lograr la sustentabilidad	11
SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN LA FINCA ECOLÓGICA DE TOMÀS DE SANT JAUME SESOLIVERES Y COMPARATIVA CON UNA FINCA CONVENCIONAL	14
3. METODOLOGÍA	15
3.1 Área de estudio	15
3.2 Aspectos relevantes del contexto socioeconómico del sector vitivinícola del Penedès.....	17
3.3 Descripción de las fincas	19
3.4 Análisis de las fincas mediante el enfoque sistémico.....	28
3.5 Análisis de la sustentabilidad de la finca mediante el uso de indicadores	29
3.6 Definición de los indicadores y recogida de datos	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
5. CONCLUSIONES	49
6. AGRADECIMIENTOS.....	50
REFERENCIAS	51

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Índice de Tablas

TABLA 1. FASES METODOLÓGICAS PARA LA SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD	15
TABLA 2. VARIEDADES Y SUPERFICIE DE LAS DISTINTAS PARCELAS DE LA FINCA ECOLÓGICA	20
TABLA 3. VARIEDADES Y SUPERFICIE DE LAS DISTINTAS PARCELAS DE LA FINCA CONVENCIONAL DURANTE EL PERÍODO 2005 – 2010	21
TABLA 4. DESCRIPCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN REALIZADA EN LA FINCA ECOLÓGICA, POR VARIEDADES DURANTE EL PERÍODO 2005 - 2010	22
TABLA 5. CANTIDADES DE ABONO ORGANOMINERAL UTILIZADOS EN LA FINCA CONVENCIONAL, POR VARIEDADES, DURANTE EL PERÍODO 2005 – 2010	22
TABLA 6. PRODUCTOS FITOSANITARIOS UTILIZADOS, FORMULADO, OBJETIVO DE TRATAMIENTO, FORMAS DE ACCIÓN Y NUMERO DE APLICACIONES, EN LA FINCA ECOLÓGICA Y LA FINCA CONVENCIONAL	24
TABLA 7. MARCO CONCEPTUAL Y PANEL DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS VIÑEDOS DEL PENEDÈS	31
TABLA 8. CLASIFICACIÓN DE LA ECOTOXICOLOGÍA CONSIDERADAS EN LA DIRECTIVA 91/414/CEE	35
TABLA 9. VALOR DE TOXICIDAD ASIGNADO SEGÚN LA PELIGROSIDAD DE ECOTOXICOLOGÍA DEL PRODUCTO	36
TABLA 10. VALOR TOXICIDAD OBTENIDO PARA CADA PESTICIDA UTILIZADO	38
TABLA 11. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA FINCA CONVENCIONAL Y ECOLÓGICA	40
TABLA 12. COSTES, INGRESOS Y BALANCE ECONÓMICO PARA LA FINCA CONVENCIONAL Y ECOLÓGICA	41
TABLA 13. ESTANDARIZACIÓN Y RESULTADOS DE LOS SUBINDICADORES	44

Índice de Figuras

FIGURA 1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA MEJORA DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO (A LA IZQUIERDA) ..	12
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DE LAS FINCAS ANALIZADAS	16
FIGURA 3. CLIMOGRAMA DE PRECIPITACIONES I TEMPERATURAS MEDIANAS (PERÍODO 2003 – 2010) LA ESTACIÓN DE CANALETES (CABRERA D'ANOIA, ANOIA) ^A	17
FIGURA 4. EVOLUCIÓN DEL PRECIO MEDIO DE LA UVA EN EL PENEDÈS Y LA ZONA DE ELABORACIÓN DE CAVA (2006 – 2010)	18
FIGURA 5. EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE PRODUCCIÓN AGRARIA ECOLÓGICA DE VIÑEDO, 2000 – 2010	18
FIGURA 6. COMPARATIVA DE LA EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MEDIANA POR HECTÁREA EN LA FINCA ECOLÓGICA Y LA FINCA CONVENCIONAL (2005 – 2010)	26

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

FIGURA 7. COMPARATIVA DE LA EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MEDIANA POR HECTÁREA EN LA FINCA ECOLÓGICA Y LA FINCA CONVENCIONAL (2005 – 2010) DE LA VARIEDAD <i>ULL DE LLEBRE</i>	27
FIGURA 8. COMPARATIVA DE LA EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MEDIANA POR HECTÁREA EN LA FINCA ECOLÓGICA Y LA FINCA CONVENCIONAL (2005 – 2010) DE LA VARIEDAD <i>MERLOT</i>	27
FIGURA 9. REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL AGROSISTEMA DE LA FINCA ECOLÓGICA MEDIANTE EL ENFOQUE SISTÉMICO	28
FIGURA 10. REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL AGROSISTEMA DE LA FINCA CONVENCIONAL MEDIANTE EL ENFOQUE SISTÉMICO	29
FIGURA 11. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD PARA LA FINCA CONVENCIONAL Y LA FINCA ECOLÓGICA	47

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Introducción y marco teórico

1. Introducción

1.1 Justificación

El concepto sustentabilidad se utiliza en una infinidad de ámbitos de la sociedad, no solo técnico-científicos sino también a nivel político y económico. Sin embargo, a menudo resulta difícil definir el propio concepto y marcar las metas a lograr, y aún más medir si realmente se están cumpliendo los objetivos fijados.

En la agricultura ecológica a menudo se considera que por el simple hecho de ser ecológica es sustentable. Sin embargo dentro la llamada agricultura ecológica podemos encontrar un sinfín de prácticas de manejo muy diferentes las unas de las otras con grandes diferencias entre ellas, en por ejemplo el consumo de combustible fósil o el papel que la gestión de la biodiversidad tiene en la gestión agronómica llevada a cabo.

Otro aspecto conflictivo a la hora de determinar la sustentabilidad de un agrosistema es la necesidad de integrar aspectos ecológicos, sociales y económicos, aspecto que hace imprescindible la realización de un análisis multidisciplinar. Una definición de que encaja muy bien con este enfoque multidisciplinar es la que plantea que la sustentabilidad significa poder lograr sistemas de manejo de los recursos naturales que sean productivos, estables, adaptables, confiables y resilientes, que distribuyan sus costos y beneficios de manera equitativa y generen procesos de autogestionados entre los beneficiarios (Masera et al., 2000).

La justificación de este proyecto se dirige por un lado a discutir cuales son los aspectos que determinan la sustentabilidad de un viñedo en la zona del Penedès y por el otro, como medir esta sustentabilidad para que su análisis sirva de herramienta para los procesos de toma de decisiones de los actores implicados en la gestión de agrosistemas de la zona (productores, asociaciones de productores o administraciones públicas).

1.2 Objetivos

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- Desarrollar un marco teórico a partir de la revisión de la definición de sustentabilidad, agricultura sustentable y su aplicación en el agrosistema del viñedo y el uso de indicadores para su medición.
- Caracterizar los sistemas a evaluar: sistema de manejo convencional y sistema de manejo ecológico.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

- Elaborar un marco conceptual para la determinación de un panel de indicadores de sustentabilidad adecuado para las fincas analizadas
- Analizar comparativamente la sustentabilidad de la finca ecológica y la finca convencional.

2. Marco teórico

2.1 El concepto de sustentabilidad: definición y puesta en práctica

Según el informe Brundtland del 1987, la sustentabilidad consiste en “satisfacer las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras”. Este concepto se traduce en un conjunto de políticas destinadas a hacer compatible el crecimiento económico y la preservación de la biodiversidad y prevenir, en último término, la degradación de la biosfera provocada por la acción humana, evitando superar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan.

El concepto de sustentabilidad es complejo en sí mismo porque implica cumplir simultáneamente, con varios objetivos: productivos, ecológicos o ambientales, sociales, culturales, económicas y temporales (Sarandón et al., 2009). Algunos autores señalan que el término sustentabilidad no se ha hecho “operativo”, debido, entre otras razones a la dificultad de traducir los aspectos filosóficos e ideológicos de la sustentabilidad en la capacidad de tomar decisiones al respecto (Bejarano, 1998). Se pueden citar las siguientes razones por las cuales resulta difícil llevar a la práctica el término sustentabilidad (Sarandón, 2002):

- La ambigüedad y poca funcionalidad del concepto. No sugiere cómo hacerlo.
- La característica multidimensional (productiva, ecológica, cultural, temporal, social y económica) de la sustentabilidad.
- La dificultad de percibir claramente el problema desde un enfoque disciplinario o reduccionista predominante en el ámbito científico académico.
- La ausencia de parámetros comunes de evaluación, junto con el uso de herramientas y metodologías inadecuadas.
- La falta de valores objetivos que posibilitan la comparación entre diferentes variantes de un mismo sistema productivo y/o entre diferentes sistemas productivos.

Si trasladamos el concepto de sostenibilidad a los sistemas agrarios nos es necesario analizar los sistemas productivos desde una triple perspectiva: económica, social y ecológica. Según Astier (2008) el concepto sostenibilidad es un concepto complejo y multidimensional que implica entender la interrelación entre aspectos ambientales, económicos y sociales.

Como apunta Astier (2008), llevar a la práctica este concepto, es decir avanzar hacia sistemas de manejo de recursos naturales más sustentables – o, más en general, hacia una sociedad más sustentable – implica transformaciones profundas

del presente modelo de desarrollo. En particular, es necesario reducir las desigualdades – en muchos casos aberrantes – entre los países y en su interior; cambiar los patrones de consumo, y evitar el dispendio y el consumo superfluos; orientar los esfuerzos hacia el uso eficiente y el reciclaje de recursos; desarrollar tecnologías más eficientes que utilicen fundamentalmente los recursos renovables; conservar y restaurar los ecosistemas naturales; asegurar la participación efectiva de todos los actores sociales – incluidos los más pobres – en los procesos de toma de decisiones, y crear instituciones que permitan trabajar con una pluralidad de perspectivas e intereses entre otras tareas importantes

2.2 Sistemas agrícolas sustentables

Según Altieri (1994) el objetivo de la agricultura sustentable es desarrollar agroecosistemas con mínima dependencia de insumos agroquímicos y energéticos y que enfaticen las interacciones y sinergismos entre los varios componentes biológicos de los agroecosistemas, mejorando así la eficiencia biológica, económica y la protección del medio ambiente. Esto supone la construcción de sistemas complejos estableciendo múltiples relaciones entre los diferentes elementos del agrosistema.

La agroecología es definida como la aplicación de los conceptos y principios ecológicos para diseñar agroecosistemas sustentables, provee una base para evaluar la complejidad de los agroecosistemas. La idea de la agroecología es ir más allá del uso de prácticas alternativas y desarrollar agroecosistemas con una dependencia mínima de agroquímicos y subsidios de energía enfatizando sistemas agrícolas complejos en los cuales las interacciones ecológicas y los sinergismos entre sus componentes biológicos proveen los mecanismos para que los sistemas subsidien la fertilidad de su propio suelo, la productividad y la protección de los cultivos. La agroecología enfatiza las interrelaciones entre sus componentes y la dinámica compleja de los procesos ecológicos (Vandermeer, 1995).

Así la agroecología entiende la producción sostenible como un balance apropiado entre suelos, cultivos, nutrientes, luz solar, humedad y de los sinergismos entre organismos existentes (Altieri, 1994). Cuando se consigue un balance apropiado el agroecosistema puede superar alteraciones producidas por una plaga, enfermedad o deficiencia del suelo.

Además del balance con los componentes físicos y bióticos, la agroecología considera que la sostenibilidad no es posible sin la preservación de la diversidad cultural que ha evolucionado con las agriculturas locales, y una producción estable es sólo posible en el contexto de una organización social que proteja la integridad de los recursos naturales y que nutra la interacción armónica entre el hombre, el agroecosistema y el ambiente.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Según Altieri (1987) para conseguir la sustentabilidad ecológica a largo plazo, más que la productividad a corto plazo, el sistema debe:

- Reducir el uso de energía y recursos.
- Emplear métodos de producción que reestablezcan los mecanismos homeostáticos conducentes a la estabilidad de la comunidad, a la optimización de las tasas de reciclaje de la materia orgánica y nutrientes, a la utilización al máximo la capacidad multiuso del sistema y al fortalecimiento de un flujo eficiente de energía.
- Fomentar la producción local de productos alimenticios, adaptados al entorno socioeconómico y natural.
- Reducir los costos, y aumentar la eficiencia y la viabilidad económica de los pequeños y medianos agricultores, fomentando así un sistema agrícola potencialmente resistente y diverso.

Según Sarandón (2002) los principios que deben cumplirse para una agricultura sustentable son:

- Suficientemente productiva.
- Ecológicamente adecuada (que conserve la base de recursos naturales y preserve la integridad del ambiente a nivel local, regional y global).
- Económicamente viable.
- Cultural y socialmente aceptable.

En lo relativo al manejo agroecológico, para lograrse la sustentabilidad deberá optimizarse los seis procesos siguientes (Altieri, 1987):

- Disponibilidad y equilibrio del flujo de nutrientes.
- Protección y conservación de la superficie del suelo.
- Utilización eficiente de los recursos agua, luz y suelo.
- Mantenimiento de un nivel alto de fitomasa total y residual.
- Explotación de la adaptabilidad y complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.
- Preservación e integración de la biodiversidad.

Según Abbona (2007a) la agricultura sustentable debe preservar los recursos que están dentro del sistema, como el suelo y la biodiversidad, y los recursos externos al sistema, como el agua y los recursos no renovables.

2.3 Indicadores de sustentabilidad

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Para lograr avanzar, es necesario que la complejidad y la multidimensionalidad de la sustentabilidad sean simplificadas en valores claros, objetivos y generales, conocidos como indicadores (Sarandón, 2002). Un indicador es una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable (Sarandón, 2002).

Sin embargo estos indicadores no pueden estar aislados los unos de los otros o ser un simple listado de datos, sino que, dada la multidimensionalidad de la sustentabilidad, el necesario establecer un marco conceptual en el que se definan los objetivos, dimensiones o atributos de la sustentabilidad. Este marco conceptual variará en función del contexto en el que se realice el análisis.

El uso de indicadores deberá permitir comprender perfectamente, sin ambigüedad los puntos críticos de la sustentabilidad de un agroecosistema. Permitirá, a su vez, percibir tendencias que, de otra manera, pasarían desapercibidas y tomar decisiones al respecto. Algunas aplicaciones del desarrollo de indicadores de sustentabilidad en el área agropecuaria serían:

- Decidir la conveniencia o no de la adopción de diferentes propuestas o paquetes tecnológicos.
- Evaluar la introducción de un nuevo cultivo o el desplazamiento de un cultivo de una zona a otra.
- Comparar diferentes sistemas de producción (orgánico vs. convencional, al aire libre vs. bajo cubierta).
- Evaluar el riesgo de un determinado sistema productivo en el tiempo.

Existen los siguientes tipos de indicadores (Sarandón, 2009):

- Indicadores de estado: aportan información de la situación actual.
- Indicadores de presión: son aquellos que indican el efecto que las prácticas de manejo ejercen sobre los indicadores de estado.
- Indicadores de respuesta: indican qué se está haciendo para modificar el estado actual del sistema.

2.4 El manejo agroecológico en viñedos: la gestión de la cubierta como punto estratégico para lograr la sustentabilidad

En muchas zonas vitivinícolas el cultivo del viñedo se caracteriza por el monocultivo de grandes extensiones con una estructura paisajística muy simplificada. Uno de los problemas conocidos del monocultivo es que la diversidad, abundancia y actividad de los enemigos naturales de las plagas es drásticamente reducida debido

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

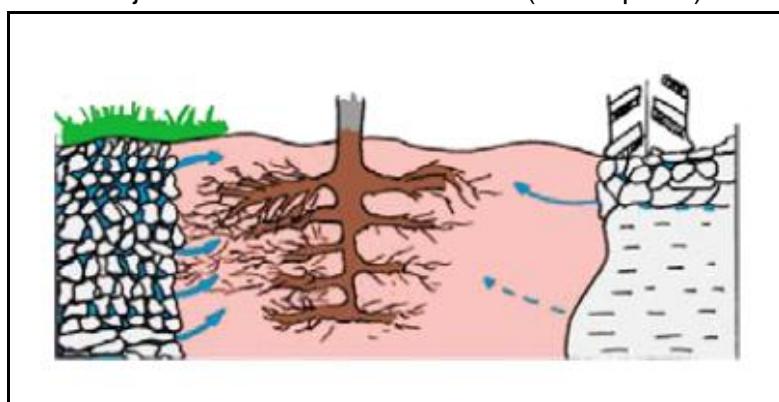
a la eliminación de la vegetación la cual proporciona recursos alimenticios y sitios de hibernación necesarios para la longevidad, reproducción y supervivencia de muchos depredadores y parásitos (Altieri, 2010).

Los sistemas pueden ser optimizados a través del manejo de dos pilares: la manipulación del hábitat vía de la diversificación de cultivos y el mejoramiento de la fertilidad del suelo (Nicholls, 2005). En el caso del viñedo, los cultivos de cobertura ofrecen los siguientes beneficios potenciales al agrosistema (Altieri, 2010):

- Mejora de la estructura del suelo.
 - o Mejora de los agregados.
 - o Mejora de la infiltración del agua.
 - o Mejora de la capacidad de almacenamiento del agua.
 - o Mejora de la aireación.
 - o Reducción de la erosión.
 - o Reducción de la formación de costras en el suelo
- Mejora en la fertilidad el suelo.
 - o Ciclo de nutrientes
 - o Incremento de la fijación de nitrógeno
 - o Mejora de la disponibilidad de fósforo
 - o Regulación del pH
 - o Fuente de energía y nutrientes para la comunidad biótica.
- Gestión de plagas
 - o Hábitat para artrópodos benéficos
 - o Supresión de adventicias
 - o Algunas especies de los cultivos de cobertura suprimen los nematodos

En la siguiente figura se representa como la presencia de la cobertura vegetal mejora la estructura del suelo.

Figura 1. Representación gráfica de la influencia de la cobertura vegetal en la mejora de la estructura del suelo (a la izquierda)



Fuente: Garibay (2010).

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Existen diferentes modalidades de cubiertas vegetales, de entre las cuales la cubierta permanente ofrece grandes oportunidades para lograr la sustentabilidad del agrosistema por diferentes motivos:

- A diferencia otros sistemas de gestión de cubierta vegetales con siembra anual y labranza durante el período de más temperaturas, la cubierta de no labranza tiene una mayor incidencia en la reducción de la erosión. Algunos estudios cifran una reducción de la erosión de más del 90% en el caso de siembra directa/no laboreo (Towery, 1998), más del 60% en el laboreo reducido (Brown et al., 1996), y un 85% en cubiertas vegetales (Márquez et al., 2008).
- Tiene una incidencia sobre el crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo. Algunos estudios cifran la reducción entre un 14 y un 30% (Giralt, 2008). Esto reduce el vigor de la cepa haciéndolo menos vulnerable al ataque de hongos, ya que estos tienen una especial afectación en las zonas más verdes de la planta.
- Representa una fuerte reducción del consumo de combustible. Así, por ejemplo, con el sistema de cubiertas vegetales en el olivar y en cultivos extensivos se pueden ahorrar unos 20 y 35 litros de gasóleo por hectárea y año, respectivamente¹.

¹ Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Selección y aplicación de indicadores de sustentabilidad en la finca ecológica de Tomàs de ***Sant Jaume Sesoliveres*** y comparativa con una finca convencional

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

3. Metodología

Para la evaluación comparada mediante el uso de indicadores de sostenibilidad se ha utilizado la siguiente metodología.

Tabla 1. Fases metodológicas para la selección y aplicación de indicadores de sustentabilidad

Fases	Descripción
Fase 1	<ul style="list-style-type: none">○ Descripción del área de estudio.○ Análisis de los aspectos más relevantes del contexto socio-económico de la zona.
Fase 2	<ul style="list-style-type: none">○ Descripción de las fincas.○ Análisis de las fincas mediante el enfoque sistémico.
Fase 3	<ul style="list-style-type: none">○ Diseño de un panel de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad.○ Definición de los indicadores y recogida de datos.

Fuente: Elaboración propia.

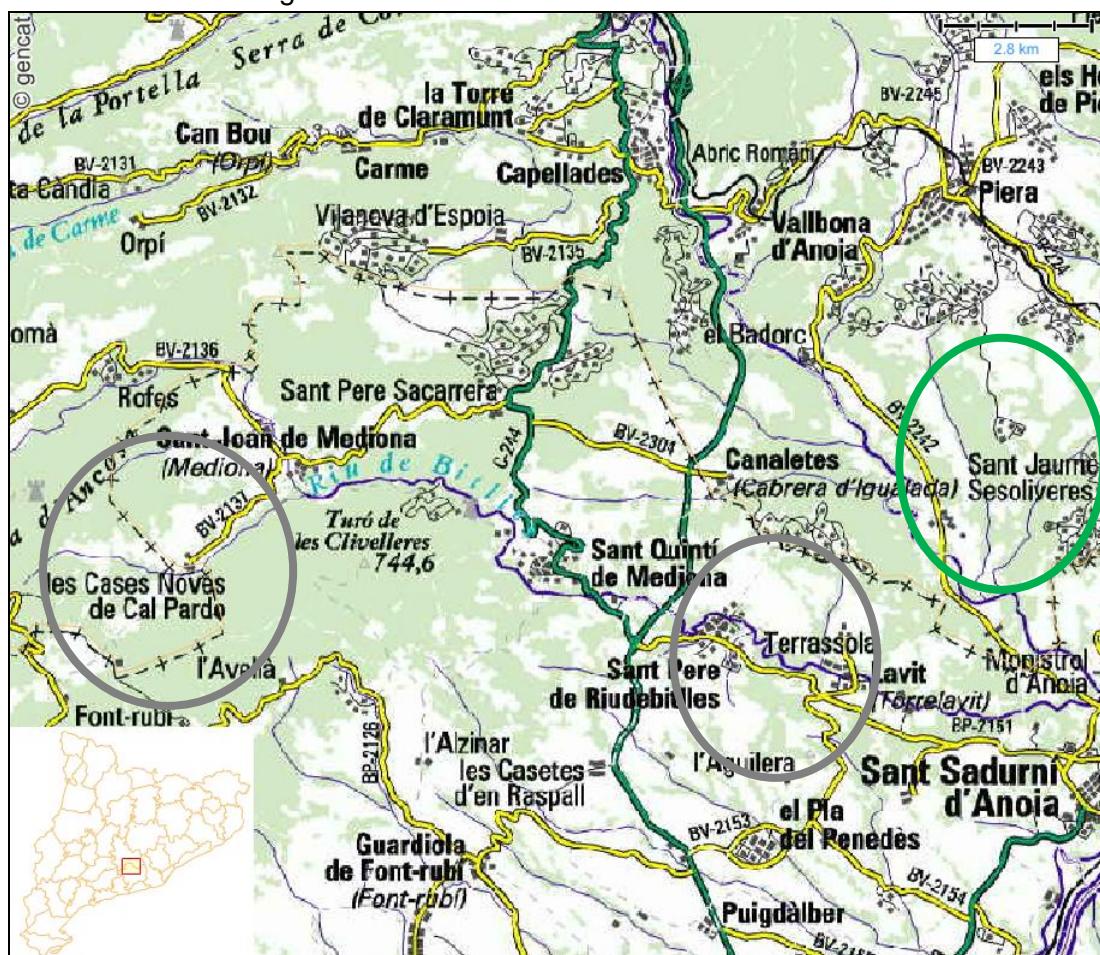
3.1 Área de estudio

Las finca ecológica se encuentra en el municipio de Piera (próximas al núcleo de Sant Jaume Sesoliveres) y la finca convencional tiene parcelas en los municipios de Mediona (en el núcleo de Sant Joan de Mediona) y Torrelavit (ver Figura 2).

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Figura 2. Localización de las fincas analizadas



Fuente: Elaboración propia a partir de Hipermapa. Atles electrònic de Catalunya.

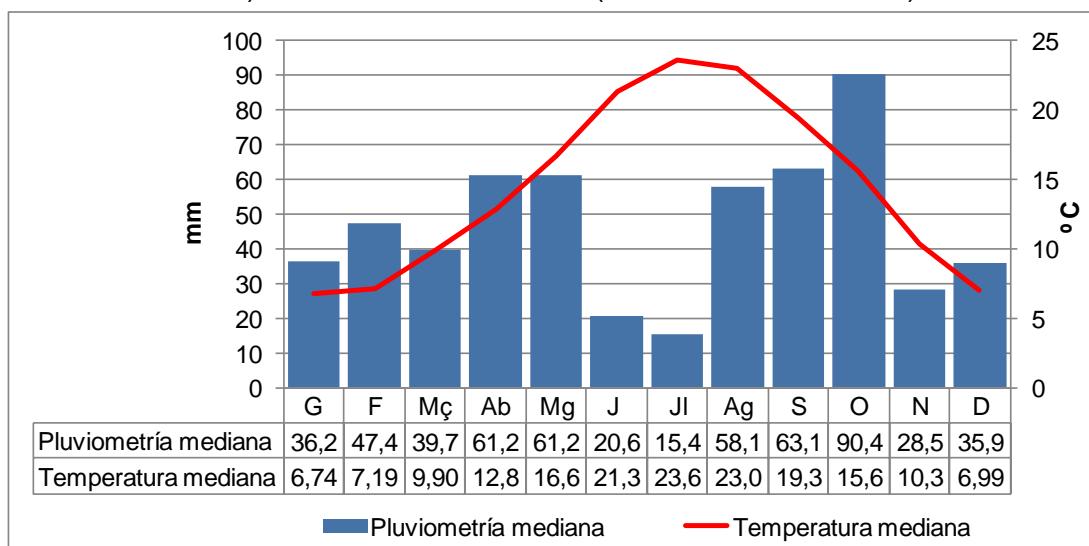
Nota: en verde la localización de las parcelas de la finca ecológica y en gris la localización de la finca convencional.

Para la determinación del clima se ha tomado como referencia la estación de Canaletes, la más cercana a las fincas analizadas. En la Figura 3 muestra un climograma de las temperaturas y precipitaciones medianas.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Figura 3. Climograma de precipitaciones i temperaturas medianas (período 2003 – 2010) la estación de Canaletes (Cabrera d'Anoia, Anoia)^a



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Servei Meteorològic de Catalunya.

^a Solo se dispone de datos para este período, motivo por el cual no se ha podido contar con una mediana más representativa.

Tal y como se puede observar en el gráfico de la Figura 3, el mes de julio coinciden las temperaturas medias más altas con las menores precipitaciones, motivo por el cual se espera que durante este período los cultivos padecerán el mayor estrés hídrico. El mes de mayores lluvias es con diferencia el mes de octubre. La pluviometría media anual para el período estudiado es de 558,25 mm.

A diferencia de otras zonas del Penedès, con grandes extensiones de viñedo, la estructura paisajística de la zona se caracteriza por un mosaico agroforestal, con zonas de cultivo ubicadas en las superficies más llanas del territorio y pequeñas superficies de bosque en los pequeños turones.

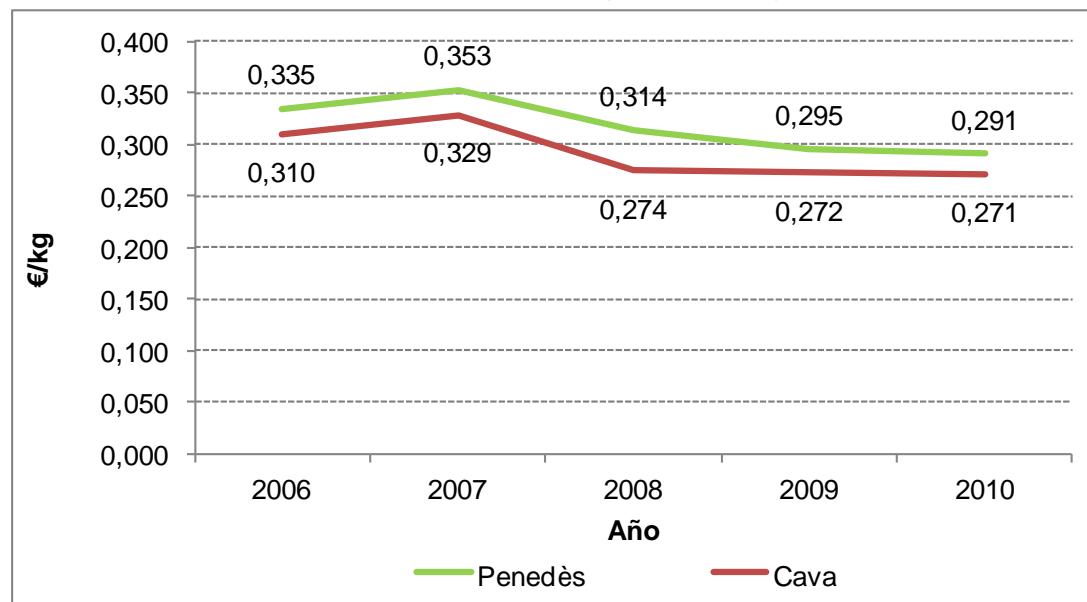
3.2 Aspectos relevantes del contexto socioeconómico del sector vitivinícola del Penedès

El Penedès es la principal zona de producción vitícola de Catalunya, con un 70% del volumen de uva producido (VITEC, 2010). En la zona se elaboran vinos regulados dentro la denominación de origen Penedès y también cava, un vino espumoso. Actualmente, se está produciendo una reducción del precio del producto que está causando una grave crisis en el sector (ver Figura 4).

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Figura 4. Evolución del precio medio de la uva en el Penedès y la zona de elaboración de cava (2006 – 2010)

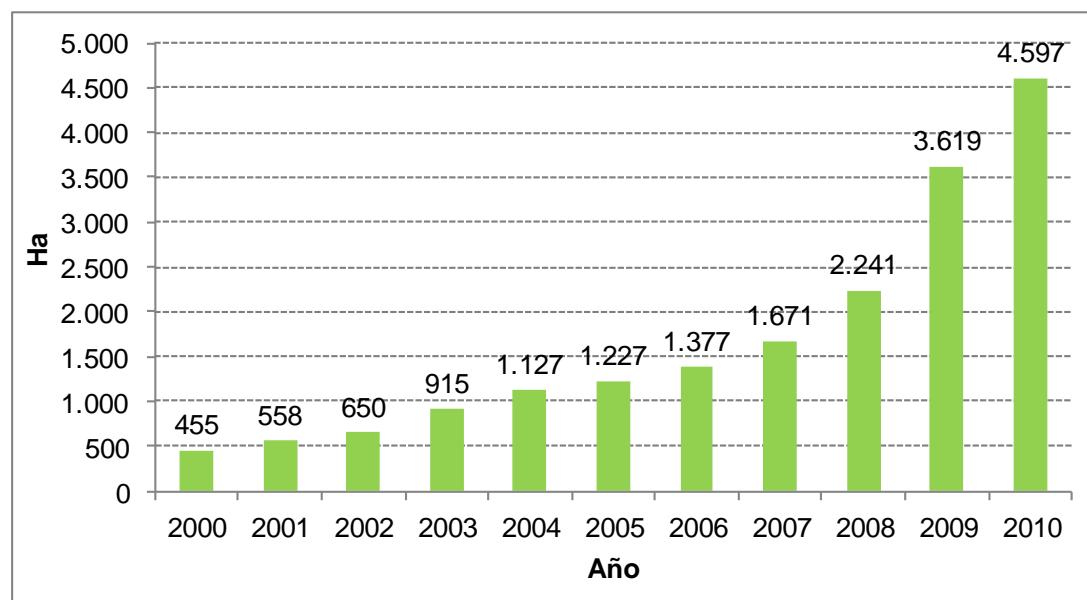


Fuente: VITEC (2011).

Además estamos delante de un sector con un grado de concentración empresarial elevado, donde un 9,6% de las empresas concentra el 87,7% del valor total de las ventas (Escobar, 2011).

En los últimos años la producción agraria ecológica ha subido mucho en Catalunya (ver Figura 5). En la actualidad representa el 6% de la superficie de producción agraria ecológica de Catalunya.

Figura 5. Evolución de la superficie de producción agraria ecológica de viñedo, 2000 – 2010



Fuente: Consell Català de la Producció Agrària Ecològica (CCPAE).

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Esta producción se da mayoritariamente en las zonas de tradición vinícola como es el Penedès, que el año 2005 concentraba el 51% de la superficie y el 31% de los productores (Descombes, 2006).

A diferencia de otros sectores de producción agraria ecológica, en viñedo hay pocos productores pequeños, ya que casi la mitad cultivan más de 5 hectáreas (Descombes, 2006).

3.3 Descripción de las fincas

3.3.1 Perfil de los agricultores

La finca ecológica está integrada por un total de 17 hectáreas de las cuales solo 3,35 son de viñedo. El resto de superficie está destinada al cultivo de hortalizas, olivos y almendros. Se trata de una explotación familiar gestionada principalmente por una persona. En períodos de mayor carga de trabajo (durante la vendimia y la poda), se contrata personal externo de soporte.

Además de la actividad productiva, se realizan tareas de comercialización a domicilio de cestas de hortalizas, así como la venta en el mercado semanal de Piera.

El propietario es miembro de la Cooperativa COVIDES, a través de la cual vende el producto. La cooperativa no tiene ninguna línea de elaboración de vinos ecológicos, así que aunque los viñedos están certificados desde 2008 y gestionados bajo criterios de producción agraria ecológica desde hace 14 – 15 años, el producto no se vende como vino procedente de producción agraria ecológica. El productor elabora una pequeña cantidad de vino de forma artesanal, siguiendo las pautas de los denominados vinos naturales, de los que destaca la no adición de sulfitos. Este vino se destina al autoconsumo.

La finca convencional está dedicada exclusivamente al cultivo de viñedo con un total de 51,92 hectáreas. Se trata de una explotación familiar que cuenta con la gestión de su propietario y la de un empleado a tiempo completo.

El propietario es socio de la Sociedad Agraria en Transformación (S. A. T.)² *Vitalpe*. Independientemente de la SAT, el propietario tiene una actividad de elaboración, embotellad y distribución de vinos y cavas, bajo la marca *Joan Segura Pujades*.

² Una Sociedad agraria de transformación (SAT) es una sociedad civil de finalidad económico-social constituida para la producción, transformación y comercialización de productos agrícolas, ganaderos o forestales, la realización de mejoras en el medio rural, la

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

3.3.2 Establecimiento del cultivo

En la finca ecológica las plantaciones tienen un amplio espectro de edades, variables entre 60 años las más antiguas y 5 años las más jóvenes. El tipo de pie mayoritario es el *Richter 110*, con buena adaptación a suelos poco profundos y a climas secos. El sistema de conducción varía en función de la antigüedad de la plantación; los viñedos antiguos tienen un sistema de conducción en vaso y los jóvenes emparado.

En la siguiente tabla se detalla la superficie por variedades de la finca ecológica.

Tabla 2. Variedades y superficie de las distintas parcelas de la finca ecológica

Variedad	Superficie (Ha)
<i>Chardonnay</i>	0,60
<i>Sumoi blanc</i>	0,80
<i>Ull de llebre</i>	1,20
<i>Merlot</i>	0,75
TOTAL	3,35

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las plantaciones de la finca convencional, el 33% de la superficie son viñedos entre 50 y 20 años de antigüedad, un 31% entre 20 y 10 años y el resto son nuevas plantaciones de menos de 10 años de edad. Igual que en la finca ecológica, el tipo de pie mayoritario es el *Richter 110*. El sistema de conducción es mayoritariamente el emparrado, manteniéndose el sistema de conducción en baso únicamente en los viñedos más antiguos.

En los últimos años la finca ha crecido un 13% en superficie. En la siguiente tabla se detalla la superficie por variedades de la finca ecológica así como la evolución de la superficie en los últimos 6 años.

promoción y desarrollo agrario y la prestación de servicios comunes que sirvan a esa finalidad. Las principales diferencias con las cooperativas son que en las sociedades agrarias de transformación no tienen tanta importancia como en las primeras los principios de "libre adhesión y baja voluntaria de los socios", "puertas abiertas" o "variabilidad del número de socios y del capital social", y en los acuerdos económicos en los que los socios se comprometen estatutariamente puede utilizarse el voto proporcional a la participación individual de capital social suscrito por los mismos en lugar de la regla cooperativa de "un socio, un voto".

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Tabla 3. Variedades y superficie de las distintas parcelas de la finca convencional durante el período 2005 – 2010

Variedades	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<i>Macabeu</i>	15,37	15,37	15,82	15,82	16,32	16,32
<i>Xarel-lo</i>	11,57	11,57	11,57	11,57	12,17	12,17
<i>Parellada</i>	9,77	11,13	11,13	11,13	13,90	13,90
<i>Ull de llebre</i>	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47
<i>Merlot</i>	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
TOTAL	43,29	44,65	45,10	45,10	48,97	48,97

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Manejo del suelo

En la finca ecológica se ha realizado un progresivo abandono de la labranza, dejando una cubierta vegetal espontánea durante todo el año con los siguientes objetivos:

- Proteger el suelo de la erosión.
- Optimizar el uso del agua de las lluvias de la primavera, conservando la humedad del suelo durante los meses mayor estrés hídrico.
- Atraer fauna benéfica.
- Reducir el vigor de las cepas.
- Reducir la dependencia de insumos externos (pesticidas y combustibles fosiles).

Durante los años previos al abandono de la labranza se ha aplicado un abono verde (AV) de veza (*Vicia sativa*) o abono orgánico (ver Tabla 4).

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Tabla 4. Descripción de la fertilización realizada en la finca ecológica, por variedades durante el período 2005 - 2010

Variedades	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<i>Chardonnay</i>	AV	AV	AV	7 Tn/ha de estiércol ^a	No labrado	-
<i>Sumoi blanc</i>	AV	AV	AV	AV	-	No labrado
<i>Ull de llebre</i>	AV	AV	AV	7 Tn/ha de estiércol ^b	No labrado	-
<i>Merlot</i>	AV	AV	7 Tn/ha de estiércol ^b	AV	AV	No labrado

Fuente: Elaboración propia.

^a Estiércol compostado de cabra sin incorporar.

^b Estiércol crudo de conejo sin incorporar.

Nota: AV, abono verde.

La cubierta vegetal se siega en primavera, antes o después dependiendo del estrés hídrico del viñedo; si durante la primavera se dan pocas lluvias, se siega para evitar el estrés hídrico de las cepas; por el contrario si durante la primavera se dan muchas lluvias, se retarda la siega de la cubierta logrando así frenar el vigor del viñedo.

Se mantiene el paso de la intercepa cada 3 años con el objetivo de eliminar las adventicias que crecen justo al lado de las cepas y que presentan una mayor competencia por el agua.

En la finca convencional se realizan labradas con cultivador, herramienta que no invierte las capas del suelo. Se hacen un mínimo de 5 labradas, 2 de las cuales con cultivador e intercepa, y las 3 restantes solamente con cultivador. La fertilización es organomineral, con un abono de NPK 8 – 4 – 16.

Tabla 5. Cantidades de abono organomineral utilizados en la finca convencional, por variedades, durante el período 2005 – 2010

Variedades	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<i>Macabeu</i>	253,70	338,26	328,64	309,68	318,57	340,02
<i>Xarel-lo</i>	298,13	397,50	397,50	367,26	377,94	382,05
<i>Parellada</i>	312,15	368,30	368,30	336,86	294,89	302,08
<i>Ull de llebre</i>	300,00	399,69	402,37	357,66	357,66	357,66
<i>Merlot</i>	500,00	595,52	595,52	595,52	595,52	595,52

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

3.3.4 Sanidad vegetal

En la finca ecológica se realizan tratamientos para combatir el Oidio (*Uncinula necator*) y el Mildiu (*Plasmopara viticola*), dos enfermedades fúngicas que aparecen frecuentemente con determinadas condiciones de humedad y temperatura.

En la finca convencional además de aplicar tratamientos para el Mildiu y el Oidio, también se combate la Polilla de la uva (*Lobesia botrana*). Los daños que produce son principalmente indirectos, causados por las heridas por donde penetran los hongos como la Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*). En los años con gran incidencia de Podredumbre gris, se aplican tratamientos para combatirla. Además se aplican herbicidas una vez al año.

En la siguiente tabla se recogen los tratamientos aplicados en ambas fincas.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Tabla 6. Productos fitosanitarios utilizados, formulado, objetivo de tratamiento, formas de acción y numero de aplicaciones, en la finca ecológica y la finca convencional

Marca comercial	Formulado	Tipo de función	Objetivo de tratamiento	Formas de acción	Número de aplicaciones
FINCA ECOLÓGICA					
CALDO BORDELES 25 VALLES	SULFATO CUPROCALCICO 25% (EXPR. EN CU) [WP] P/P	Fungicida	Mildiu	Preventiva	3
CEPSUL COLOIDAL	AZUFRE COLOIDAL 80% [WP] P/P	Acaricida, fungicida y repelente	Oidio	-	3
FINCA CONVENCIONAL					
CABRIOTOP	METIRAM 55% + PIRACLOSTROBIN 5% [WG] P/P	Fungicida	Oidio, Mildio	Preventiva	1
STROBY WG	KRESOXIM-METIL 50% [WG] P/P	Fungicida, Acción translaminar	Oidio	Contacto, preventiva y curativa	1
ONIL	TRIADIMENOL 25% [EC] P/V	Fungicida	Oidio	-	1
CEPSUL COLOIDAL	AZUFRE COLOIDAL 80% [WP] P/P	Acaricida, fungicida y repelente	Oidio	-	2
ARMETIL 50	FOLPET 40% + METALAXIL 10% [WP] P/P	Fungicida	Mildiu	Sistémico	1
CUPERTINE SUPER	CIMOXANILO 3% + SULFATO	Fungicida	Mildiu	Preventiva, curativa	1

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Marca comercial	Formulado	Tipo de función	Objetivo de tratamiento	Formas de acción	Número de aplicaciones
	CUPROCALCICO 22,5% (EXPR. EN CU) [WG] P/P				
CALDO BORDELES 25 VALLES	SULFATO CUPROCALCICO 25% (EXPR. EN CU) [WP] P/P	Fungicida	Mildiu	Preventiva	2
RELDAN-E	METIL CLORPIRIFOS 22,4% [EC] P/V	Insecticida	Polilla de la uva	-	2
PYRUS 400 SC	PIRIMETANIL 40% [SC] P/V	Fungicida	Botritis		2
CLINIC N	GLIFOSATO 36% (SAL ISOPROPILAMINA) [SL] P/V	Herbicida		Absorción foliar, sistémico y transloca	1

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas con los productores y la información obtenida

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

3.3.5 Poda

En la finca ecológica se realizan la poda de invierno, con el objetivo de equilibrar las cepas. Se dejan más o menos pulgares en función del crecimiento del sarmiento; se deja una nueva brocada si los sarmientos nuevos son más anchos que los viejos. Se interpreta en este caso que la cepa tiene fuerza y se le deja el nuevo sarmiento porque pueda crecer con el objetivo de equilibrar su crecimiento. En el espergulado (o poda en verde) solo se sacan los sarmientos que no son necesarios para la producción sin sacar hojas.

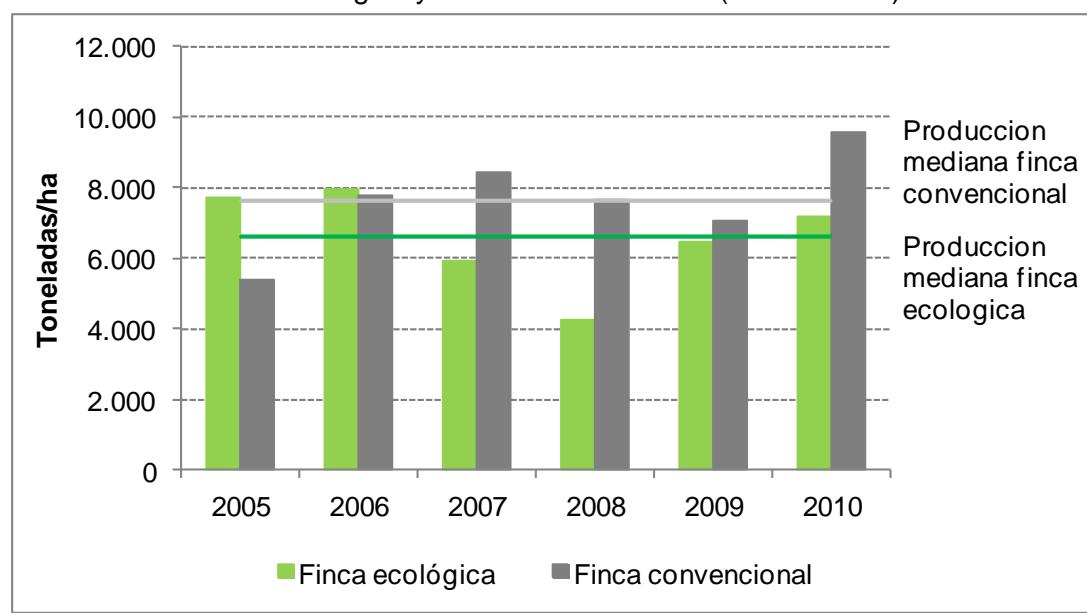
En la finca convencional se realiza una perpoda, poda, deshojado mecánico, espergulado y se saca el rebrote que a menudo nace en el tronco de la cepa.

3.3.6 Vendimia

En la finca ecológica la vendimia se realiza manual, mediante la contratación de trabajadores temporales. En la finca convencional mayoritariamente se realiza mecánicamente excepto en aquellos viñedos con sistema de conducción en vaso, donde no es posible la vendimia mecanizada.

En la siguiente gráfica se representa la evolución de la producción mediana por hectárea en ambas fincas.

Figura 6. Comparativa de la evolución de la producción mediana por hectárea en la finca ecológica y la finca convencional (2005 – 2010)



Fuente: Elaboración propia.

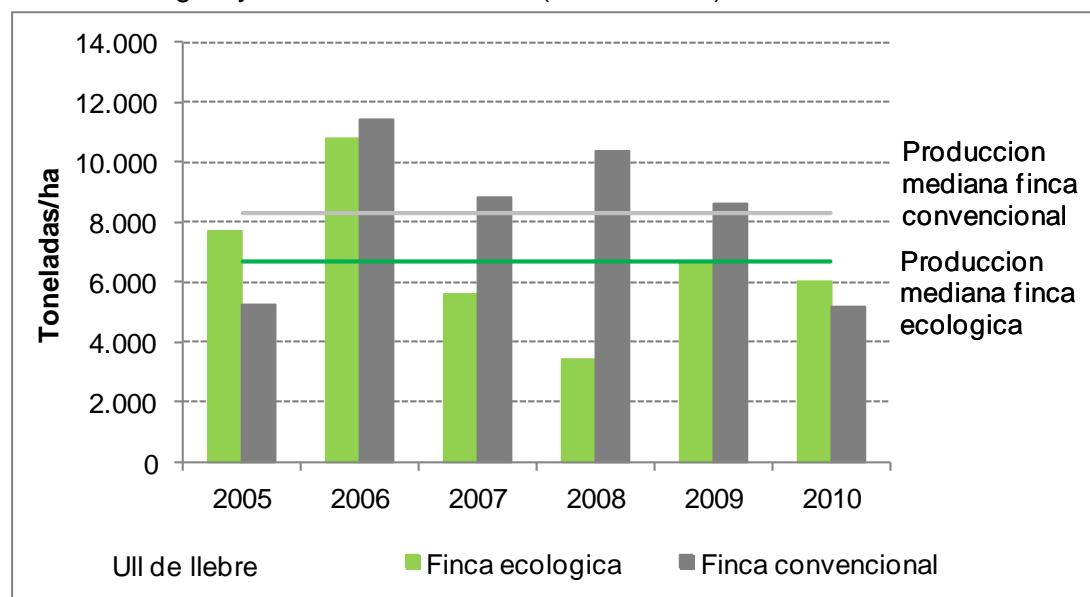
Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Tal y como se puede observar en la Figura 6, en general la producción es mayor en el cultivo convencional, registrándose producciones por hectárea medianas en la finca convencional y ecológica de 7.648 kg/ha y 6.586 kg/ha, respectivamente.

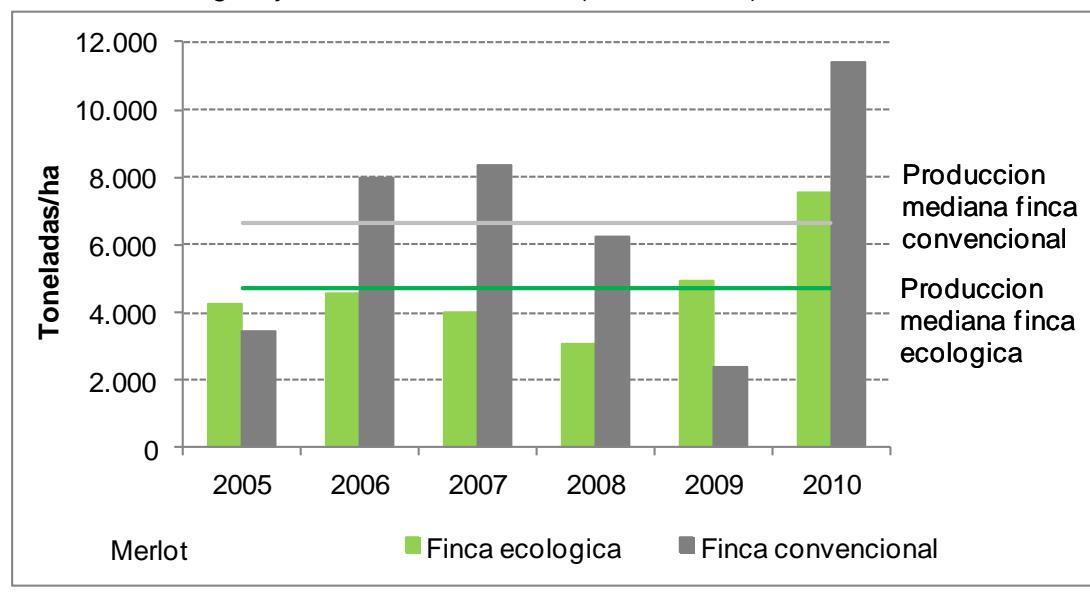
Teniendo en cuenta que las producciones varían mucho según la variedad en las dos figuras siguientes se representa la evolución de producción anual por hectárea de las variedades *Ull de llebre* y *Merlot*, comunes en ambas fincas.

Figura 7. Comparativa de la evolución de la producción mediana por hectárea en la finca ecológica y la finca convencional (2005 – 2010) de la variedad *Ull de llebre*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Comparativa de la evolución de la producción mediana por hectárea en la finca ecológica y la finca convencional (2005 – 2010) de la variedad *Merlot*



Fuente: Elaboración propia.

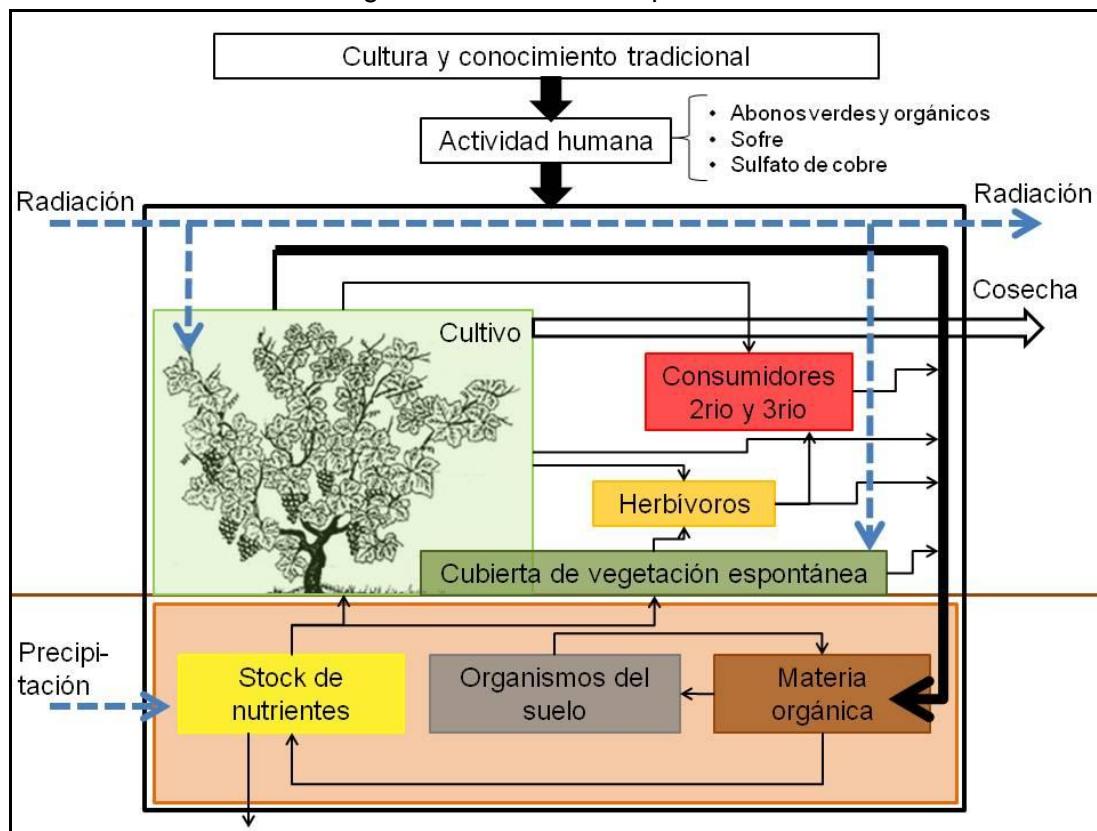
Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

3.4 Análisis de las fincas mediante el enfoque sistémico

En la siguiente figura se representan el funcionamiento del agrosistema de la finca ecológica descrito en el apartado anterior mediante un enfoque sistémico.

Figura 9. Representación del sistema de funcionamiento del agrosistema de la finca ecológica mediante el enfoque sistémico



Fuente: Elaboración propia a partir de Abbona (2006).

Tal y como se ha descrito en el apartado 2.4, la cubierta vegetal desarrolla un papel central en el funcionamiento de este agrosistema. De la Figura 9 se extrae que el sistema se equilibra principalmente gracias a la presencia de la cubierta vegetal que alimenta al suelo y a los herbívoros, reduciendo así el impacto de estos sobre el cultivo y equilibrando los estratos superiores de la cadena trófica como son los consumidores secundarios y terciarios. Esto podría explicar la no necesidad de aplicar tratamientos contra la *Polilla de la uva*.

A diferencia de las cubiertas vegetales cultivadas, la cubierta vegetal espontánea contribuye fuertemente al incremento de la biodiversidad del sistema además de cumplir la función de control de adventicias. Según la experiencia del agricultor en los dos primeros años de no labranza, desaparecen las adventicias más problemáticas del viñedo, como son el *Blet punxet* (*Amaranthus retroflexus*), la *Corretjola* (*Convolvulus arvensis*), la *Canyota* (*Sorghum halepense*), el *Margall* (*Lolium multiflorum*) o el *Enciam bord* (*Latuca serriola*). Por el contrario aparecen

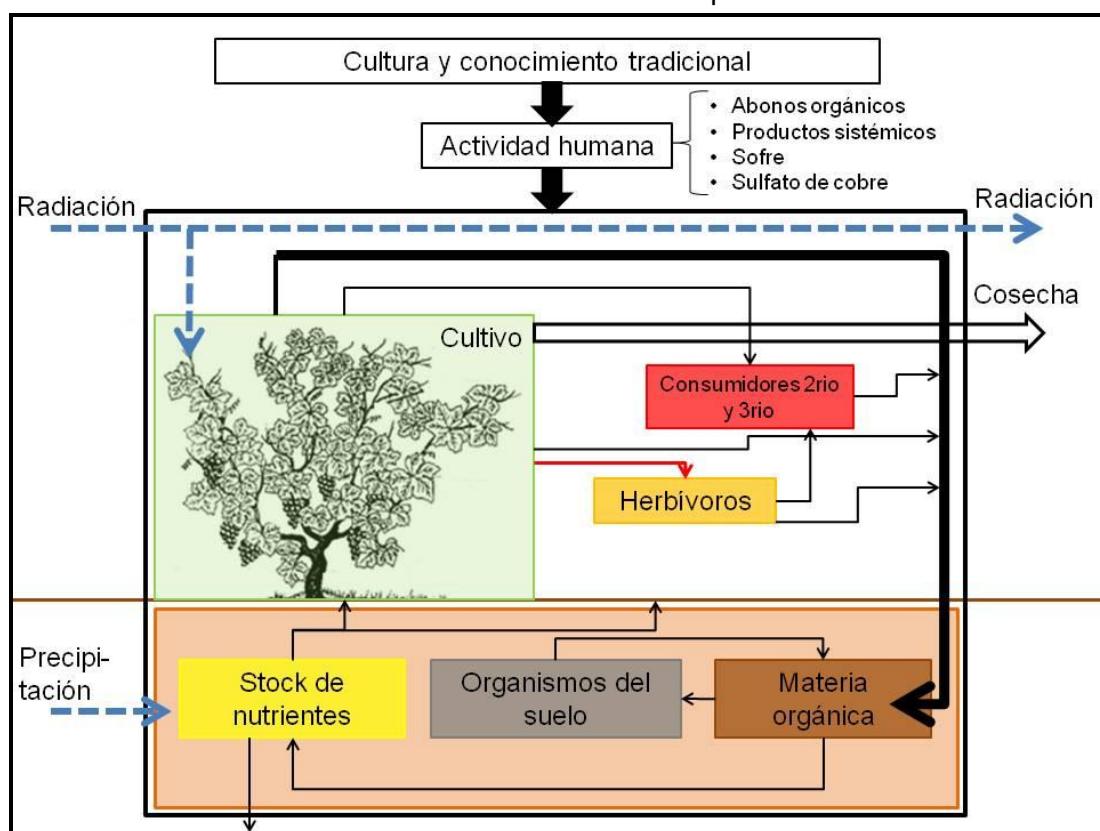
Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

leguminosas rastreras (como algún Trébol (*Trifolium pratense*)) claramente beneficiosas para el incremento de fijación de nitrógeno del suelo. Despues incrementan más las gramíneas y tambien las aromáticas. Se observa pues una constante evolución de las características de la cubierta.

En la siguiente figura se representan el funcionamiento del agrosistema de la finca convencional descrito en el apartado anterior mediante un enfoque sistémico.

Figura 10. Representación del sistema de funcionamiento del agrosistema de la finca convencional mediante el enfoque sistémico



Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología de análisis planteada por Abbona (2006).

De él se interpreta que en comparación al agrosistema de la finca ecológica, la no presencia de cubierta vegetal reduce la tasa de aportación de materia orgánica al suelo y anula la contribución del estrato herbáceo sobre los herbívoros, incrementando la presión de estos sobre el cultivo y desequilibrando las poblaciones de depredadores (consumidores 2arios y 3arios).

3.5 Análisis de la sustentabilidad de la finca mediante el uso de indicadores

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Partiendo del marco teórico planteado en el apartado 2, y concretamente del marco conceptual de agricultura sustentable planteado por Abbona (2007a) en el que se considera que la agricultura sustentable debe preservar los recursos que están dentro del sistema, como el suelo y la biodiversidad, y los recursos externos al sistema, como el agua y los recursos no renovables, se ha definido el siguiente marco conceptual y panel de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de los viñedos del Penedès. Además se ha incorporado la evaluación de los recursos socioeconómicos.

Así los indicadores se han estructurado a partir de la definición de diferentes recursos considerados centrales en la consecución de la sustentabilidad del sistema. Se han definido los siguientes recursos:

- Recursos internos del agrosistema
 - o Suelo
 - o Biodiversidad
- Recursos externos al agrosistema
 - o Ecosistemas adyacentes
 - o Energía no renovable
- Recurso económico social

Se han utilizado indicadores de estado y de presión (ver definición en el apartado 2.3). En la Tabla 7 se recoge el marco conceptual y el panel de indicadores diseñado para la evaluación de la sustentabilidad de los viñedos del Penedès.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Tabla 7. Marco conceptual y panel de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de los viñedos del Penedès

Recurso	Indicador	Subíndicador	Fuente de información
RECURSOS INTERNOS DEL AGROSYSTEMA			
Suelo	Contribución a la materia orgánica del suelo	Tipo de labores del suelo Reciclaje de los residuos de cosecha	Entrevista Entrevista
	Riesgo de erosión	Tiempo en el que el suelo está protegido con cobertura vegetal	Entrevista
	Gestión de la diversidad de heterótrofos		Entrevista
RECURSOS EXTERNOS DEL AGROSYSTEMA			
Ecosistemas adyacentes	Riesgo de contaminación por pesticidas	Ecotoxicidad	Entrevista y de la base de datos de <i>Consulta de productos fitosanitarios</i> de la Junta de Andalucía
		Frecuencia de aplicación de productos de ecotoxicidad muy peligrosa	Entrevista
Energía no renovable	Eficiencia energética		Entrevista
RECURSO SOCIO-ECONÓMICO			
Recurso económico social	Grado de diversificación de la actividad económica	Grado de diversificación de la actividad productiva	Entrevista
		Grado de diversificación de la actividad económica relacionada con la producción vitivinícola	Entrevista

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Recurso	Indicador	Subindicador	Fuente de información
	Eficiencia económica		Entrevista

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas con los productores y la información obtenida

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Finalmente, para poder comparar los valores de los diferentes indicadores, se ha estandarizado en una escala del 1 al 4, donde 1 indica la más baja sustentabilidad y el 4 la más alta.

Cabe destacar que para la selección de los indicadores, también se ha tenido en cuenta la disponibilidad la capacidad de evaluación dada la naturaleza de este trabajo: limitación de análisis detallado de las características del agrosistema en un pequeño período de año (por ejemplo, la cubierta vegetal estaba seca durante los meses de trabajo de campo) y limitación instrumental para realizar análisis de laboratorio. Por este motivo se han escogido indicadores la valoración de los cuales sea fácil de realizar mediante entrevistas y análisis conjunto con el productor, teniendo en cuenta las prácticas culturales de la zona.

3.6 Definición de los indicadores y recogida de datos

3.6.1 Contribución a la materia orgánica del suelo

El manejo prolongado de la materia orgánica del suelo puede inducir una mayor resistencia de las plantas a los insectos plaga (Altieri, 2006), contribuyendo así a una mayor sostenibilidad del sistema.

Dentro de este indicador se han tenido en cuenta dos subindicadores: el tipo de labores del suelo y reciclaje de los residuos de la cosecha. Tal y como se ha representado en la Figura 9 y la Figura 10, las principales entradas de materiales del suelo, a parte de las procedentes de la actividad humana, son las procedentes de la cubierta vegetal y la cosecha. Así se entiende que dependiendo del las labores realizadas en el suelo y del destino de los residuos de cosecha, la contribución a la materia orgánica del suelo será mayor o menor.

Por lo que se refiere al tipo de labrado del suelo, se considera que a mayor número de labrados induce a una pérdida de materia orgánica debido a la activación de la mineralización que las labores de labranza causan al suelo. Por ello se han considerado los siguientes tipos de trabajos del suelo, de mayor a menor sostenibilidad:

- No labrado y corte de la cubierta con desbrozadora.
- Labrado de la cubierta en primavera (ésta es una práctica que se realiza en muchas fincas con gestión ecológica).
- Labrado durante todo el año.
- Labrado durante todo el año y uso de herbicidas.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

En lo que se refiere al reciclaje de los residuos de cosecha, teniendo en cuenta las prácticas culturales de la zona, se han considerado los siguientes tipos de gestión de los residuos de cosecha, de mayor a menor sostenibilidad:

- Dejados en superficie.
- Extraídos.
- Extraídos y quemados.

3.6.2 Riesgo de erosión

Una de las principales causas de la erosión del suelo en viñedos es la desprotección del suelo frente a la erosión hídrica. En los suelos desnudos al impactar la gota de lluvia directamente en el suelo rompe los agregados que, forma la estructura del suelo. La arcilla, entonces, al quedar suelta sella la superficie y como consecuencia se produce la escorrentía del agua por la superficie. En cambio, en la parcela con cubierta vegetal al impactar la gota sobre la vegetación, esta se rompe e impacta en el suelo sin fuerza. Además el sistema radicular de la vegetación crea canales por donde el agua se filtra (Lacasta, 1999).

La solución para evitar la escorrentía y la erosión es implantación de una cubierta vegetal. Sobre todo es importante que esté presente durante los meses de mayores lluvias, como es principalmente el mes de octubre (ver Figura 3).

Teniendo en cuenta las prácticas culturales de la zona, se han considerado los siguientes tipos de gestión la cubierta vegetal, de mayor a menor sostenibilidad:

- Cubierta permanente.
- Implantación de la cubierta después de la cosecha (finales de septiembre inicios de octubre).
- Implantación de cubierta a inicios de primavera.
- No presencia de cubierta.

3.6.3 Gestión de la diversidad de heterótrofos

Los pesticidas utilizados con el objetivo de controlar la sanidad vegetal de los viñedos, tienen siempre como objetivo regular la diversidad de heterótrofos (hongos y insectos). Existen diversas estrategias para el control de la incidencia de estos organismos sobre el cultivo. En base al indicador planteado en Abbona (2007a) realizándose una pequeña adaptación se han establecido las siguientes estrategias de gestión de la diversidad de heterótrofos, de mayor a menor sostenibilidad:

- Control biológico.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

- Control integrado de plagas.
- Control químico con productos permitidos en agricultura ecológica.
- Control químico con productos no permitidos en agricultura ecológica.

3.6.4 Riesgo de contaminación por pesticidas

La Directiva 91/414/CEE, del Consejo, de 15 de julio de 1991, relativa a la comercialización de productos fitosanitarios, establece normas uniformes en materia de evaluación, autorización, comercialización y control dentro de la Unión Europea (UE) de productos fitosanitarios y de las sustancias activas que contienen. Únicamente están autorizados los productos fitosanitarios cuyas sustancias activas figuren en la lista del anexo I de la Directiva y que, si se utilizan en condiciones normales, no presentan riesgos para la salud humana o animal ni para el medio ambiente. La Directiva también armoniza las normas relativas al etiquetado y envasado de los productos fitosanitarios, así como los datos que deben aparecer en ellos, en particular el nombre y la denominación del producto, el nombre y la dirección del titular de la autorización, la cantidad de cada sustancia activa, las instrucciones de uso y la dosis que ha de utilizarse para cada uso autorizado, los datos en relación con la fitotoxicidad del producto, etc.

Dentro de las indicaciones obligatorias de etiquetado destaca la clasificación de peligrosidad del producto para la fauna. En la siguiente tabla se detallan las categorías y codificación.

Tabla 8. Clasificación de la ecotoxicología consideradas en la Directiva 91/414/CEE

Tipo de fauna	Clasificación según la peligrosidad	Símbolo de etiquetado
Abejas	Compatible con abejas	A
	Relativamente poco peligroso para abejas	B
	Peligrosidad controlable para abejas	C
	Muy peligroso para abejas	X
Peces	Baja peligrosidad	A
	Mediana peligrosidad	B
	Muy peligroso	C
Mamíferos	Baja peligrosidad	A
	Mediana peligrosidad	B
	Muy peligroso	C
Aves	Baja peligrosidad	A
	Mediana peligrosidad	B

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Tipo de fauna	Clasificación según la peligrosidad	Símbolo de etiquetado
Muy peligroso		C

Fuente: Directiva 91/414/CEE.

Se ha utilizado una adaptación de la metodología aplicada en Abonna (2007a) para el cálculo de la toxicología. Así se ha calculado la toxicidad mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot B_i}{\sum_{i=1}^n B_i}$$

Donde T es la toxicidad, C_i el valor asignado al pesticida i según la categoría de peligrosidad para cada uno de los tipos de fauna y B_i es el número de aplicaciones del pesticida i . En la siguiente tabla se establece el valor asignado según la peligrosidad del producto.

Tabla 9. Valor de toxicidad asignado según la peligrosidad de ecotoxicología del producto

Tipo de fauna	Clasificación según la peligrosidad	Símbolo de etiquetado	Valor asignado al pesticida
Abejas	No peligroso y Compatible con abejas	A	4
	Relativamente poco peligroso para abejas	B	3
	Peligrosidad controlable para abejas	C	2
	Muy peligroso para abejas	X	1
Peces, mamíferos y aves	No peligroso	-	4
	Baja peligrosidad	A	3
	Mediana peligrosidad	B	2
	Muy peligroso	C	1

Fuente: Elaboración propia.

Además se ha considerado otro indicador referente a la frecuencia de aplicación de pesticidas con ecotoxicología muy peligrosa.

3.6.5 Eficiencia energética del agrosistema

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

La eficiencia energética (O/I) se ha calculado como el balance entre los *outputs* (O) y los *inputs* (I) energéticos, considerando únicamente aquellos procedentes de fuentes no renovables, tal y como plantea Abbona (2007a). Así, dentro los *inputs* se consideran tanto la energía directa, por ejemplo la procedente del consumo de gasoil, como la indirecta, relacionada con la producción de la maquinaria y de los insumos utilizados en el cultivo. En lo que se refiere a los *outputs*, se ha considerado el contenido energético de la producción obtenida. En la Tabla 11 se presentan los resultados obtenidos.

3.6.6 Grado de diversificación de la actividad económica

El grado de diversificación de la actividad económica llevadas a cabo por las fincas, se entiende como un factor que da sustentabilidad al sistema. Si tenemos en cuenta la problemática explicada en el apartado 3.2, una explotación con más de un cultivo o una explotación que también desarrolle tareas de elaboración y/o comercialización, tendrán una mayor resistencia a la bajada de precios del producto. Por un lado, mediante el desarrollo de otras actividades productivas como el cultivo de olivos o la horticultura, como se da en la finca ecológica analizada, y por el otro mediante la repercusión del valor añadido del producto elaborado procedente del cultivo del viñedo. Se ha determinado el indicador mediante las siguientes opciones, de mayor a menor sustentabilidad:

- Grado de diversificación de la actividad productiva:
 - Gestión de cuatro cultivos
 - Gestión de tres cultivos
 - Gestión de dos cultivos
 - Solo cultivo de viñedo
- Grado de diversificación de la actividad económica relacionada con la producción vitivinícola:
 - Producción, elaboración y comercialización
 - Producción y elaboración
 - Solo producción

3.6.7 Eficiencia económica

La eficiencia económica se define como el porcentaje del balance entre costes y beneficios respecto a los costes. Se tienen en cuenta tanto los costes de los insumos (combustible requerido y productos utilizados) como los costes de realizar las tareas. En estos últimos solo se ha tenido en cuenta en los casos en que la finca requiere de contratación externa. En Tabla 12 se presentan los resultados obtenidos.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

4. Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados para aquellos indicadores la determinación de los cuales ha requerido de la realización de cálculos.

En la siguiente tabla se recogen los valores obtenidos para el indicador toxicidad, calculado para cada uno de los pesticidas utilizados en ambas fincas, y determinándose el valor medio. Para cada pesticida se ha hecho una media teniendo en cuenta los diferentes valores para las abejas, los peces, los mamíferos y las aves.

Tabla 10. Valor toxicidad obtenido para cada pesticida utilizado

Producto	Tipo de función	Nº de aplicaciones	Toxicología
FINCA CONVENCIONAL			
CABRIOTOP	Abejas: No peligroso Peces: No peligroso Mamíferos: No peligroso Aves: No peligroso	1	4,0
STROBY WG	Abejas: Muy peligroso para abejas Peces: No peligroso Mamíferos: No peligroso Aves: No peligroso	1	3,3
ONIL	Abejas: Muy peligroso para abejas Peces: Baja peligrosidad Mamíferos: Baja peligrosidad Aves: Baja peligrosidad	1	2,5
CEPSUL COLOIDAL	Abejas: No peligroso Peces: Baja peligrosidad Mamíferos: Baja peligrosidad Aves: Baja peligrosidad	2	3,3
ARMETIL 50	Abejas: Relativamente poco peligroso para abejas Peces: Muy peligroso	1	2,5

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Producto	Tipo de función	Nº de aplicaciones	Toxicología
	Mamíferos: Baja peligrosidad		
	Aves: Baja peligrosidad		
CUPERTINE SUPER	Abejas: Muy peligroso para abejas	1	2,3
	Peces: Mediana peligrosidad		
	Mamíferos: Baja peligrosidad		
	Aves: Baja peligrosidad		
CALDO BORDELES 25 VALLES	Abejas: No peligroso	2	3,0
	Peces: Mediana peligrosidad		
	Mamíferos: Baja peligrosidad		
	Aves: Baja peligrosidad		
RELDAN-E	Abejas: Peligrosidad controlable para abejas	2	1,8
	Peces: Muy peligroso		
	Mamíferos: Mediana peligrosidad		
	Aves: Mediana peligrosidad		
PYRUS 400 SC	Abejas: No peligroso	2	3,3
	Peces: Baja peligrosidad		
	Mamíferos: Baja peligrosidad		
	Aves: Baja peligrosidad		
CLINIC N	Abejas: No peligroso	1	4,0
	Peces: No peligroso		
	Mamíferos: No peligroso		
	Aves: No peligroso		
Valor medio para la finca convencional			2,9
FINCA ECOLÓGICA			
CEPSUL COLOIDAL	Abejas: No peligroso	3	3,3
	Peces: Baja peligrosidad		
	Mamíferos: Baja peligrosidad		
	Aves: Baja peligrosidad		
CALDO	Abejas: No peligroso	3	3,0

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Producto	Tipo de función	Nº de aplicaciones	Toxicología
BORDELES 25 VALLES	Peces: Mediana peligrosidad		
	Mamíferos: Baja peligrosidad		
	Aves: Baja peligrosidad		
Valor medio para la finca ecológica			3,1

Fuente: Elaboración propia.

Si nos fijamos en el número de aplicaciones de productos muy peligrosos, mientras que en la finca ecológica no se usa ningún producto *Muy peligroso*, en la finca convencional se realizan dos aplicaciones del insecticida *Reldan*, un orgnofósforato caracterizado como muy peligroso para los peces.

Así pues, se comprueba que, los valores de toxicidad son superiores en la finca convencional. Sin embargo destaca la dependencia del cultivo ecológico del uso de un pesticida claramente contaminante como es el sulfato cuprocálcico que contiene Cu, un metal pesante, que además en el marco de la normativa de producción agraria ecológica se está produciendo una progresiva disminución de la cantidad permitida.

Por lo que se refiere a la eficiencia energética, en la siguiente tabla se recoge su cálculo a partir de la determinación de la energía equivalente de cada input y output, en las cantidades utilizadas o producidas por hectárea.

Tabla 11. Eficiencia energética en la finca convencional y ecológica

Inputs	Energía Equivalente (MJ/units)	Finca convencional		Finca ecológica	
		Cantidad/ha	Total	Cantidad/ha	Total
INPUTS (I)					
Gasoil (l)	47,8 ^c	120,5	5.759,0	62,8	2.999,2
Herramientas (Kg)	90,0 ^c	1,0	90,0	1,0	90,0
Fungicida sintético (Kg)	271,9 ^c	11,1	3.004,5	0,0	0,0
Herbicida (l)	450,0 ^c	3,8	1.719,0	0,0	0,0
Sulfato cuprocálcico (Kg)	4,0 ^c	12,0	48,0	7,9	31,7
Insecticida (kg)	327,3 ^c	16,5	5.413,5	0,0	0,0

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Inputs	Energía Equivalente (MJ/units)	Finca convencional		Finca ecológica	
		Cantidad/ha	Total	Cantidad/ha	Total
Sulfato (Kg)	6,3 ^d	70,0	439,9	113,0	710,2
Nitrógeno (Kg) ^a	67,0 ^d	14,3	959,1	0,0	0,0
Fósforo (Kg) ^a	17,4 ^d	28,6	498,0	0,0	0,0
Potasio (Kg) ^a	13,7 ^d	57,2	781,6	0,0	0,0
Total inputs			18.712,7		3.831,1
OUTPUTS (O)					
Grapes (Kg) ^b	3,4 ^c	8.584,0	29.185,2	6.629,0	22.539,3
Eficiencia energética (O/I)			1,5		5,88

Fuente: Elaboración propia a partir de Abbona (2007a) y Pimentel (2006).

^a Considerando el abono organicomineral utilizado en el año 2009 para la variedad *Ull de llebre*, variedad comuna en la que en la finca ecológica ya se ha dejado de labrar.

^b Producción del año 2009.

^c Abbona (2007a).

^d Pimentel (2006).

Así destaca la grande diferencia entre ambos sistemas. Aquí el factor determinante es el bajo consumo de combustible utilizado por la finca ecológica. En este aspecto es donde aflora la fuerte importancia que el abandono del labrado tiene en la sustentabilidad del sistema. Estos valores serían claramente superiores en el caso de viñedos ecológicos con manejos del suelo muy similares a los de la gestión convencional, caracterizados por la realización de un gran número de labradas al año. Es evidente que la no utilización de fertilización sintética y pesticidas sintéticos, también contribuye a la mejora de la sustentabilidad.

En la siguiente tabla se recogen los costes e ingresos para cada una de las fincas.

Tabla 12. Costes, ingresos y balance económico para la finca convencional y ecológica

Conceptos	Finca convencional		Finca ecológica	
	€/ha ^a	%	€/ha ^a	%
COSTES				
Abono	75,99	4%	50,00	3%
Labradas y intercepa	181,31	9%	14,22	1%
Poda y poda en verde	669,25	32%	495,00	33%

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Conceptos	Finca convencional		Finca ecológica	
	€/ha ^a	%	€/ha ^a	%
Tratamientos	579,76	28%	252,13	17%
Otros ^c	262,99	13%	0,00	0%
Vendimia ^d	311,45	15%	675,00	45%
Costos/ha	2.080,75		1.486,35	
INGRESOS				
Ingresos (€/ha) de media ^b	2.369,12		2.009,99	
BALANCE				
Balance medio	288,37		523,64	
EFICIENCIA ECONÓMICA	14%		35%	

Fuente: Elaboración propia.

^a Precios reales para el año 2009. Se ha contabilizado el coste de combustible, del trabajo de los productos utilizados. En el caso de la finca ecológica, por sus pequeñas dimensiones, no se ha contabilizado el trabajo propio del agricultor, solo se ha contabilizado en aquello casos en los que se requiere de una contratación externa.

^b Se han considerado los precios reales de venta de cada finca para el año 2009. Estos varían mucho en función del año y la variedad.

^c Subir y bajar los emparrados, recorte mecánico de los sarmientos y mantenimiento del emparado.

^d En la finca convencional es mecánica y en la finca ecológica es manual.

A diferencia de la idea preconcebida que las producciones ecológicas reducen los ingresos debido a la disminución en las producciones, en este caso no se cumple. De aquí podemos extraer que la rentabilidad dependerá mucho de las opciones de manejo escogidas. Si nos fijamos en la estructura de costes, destaca la importancia de los costes de vendimia, inferior en el caso de la finca convencional. Sin embargo, los costes asociados al concepto Otros están íntimamente relacionados en la preparación y la reposición de material de emparrado, únicamente necesario en el caso de realizarse la vendimia mecanizada. Destaca también la gran diferencia entre los sistemas analizados en el caso del concepto *Labradas e intercepa*, claramente vinculado a la eliminación del laboreo en la finca ecológica.

En este caso, la eliminación del laboreo es un factor clave, por sus efectos directos (reducción del consumo de combustible) e indirectos (reducción de la necesidad de tratamientos). También se cuestiona la idea preconcebida que la cosecha mecánica es más económica. Teniendo en cuenta los costes de mantenimiento del emparrado así como las tareas de preparación del viñedo para su cosecha mecánica, la idea se pone en duda.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

En la Tabla 13 se recogen los valores de los indicadores, tanto cuantitativos como cualitativos, estandarizados en una escala de 1 al 4.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Tabla 13. Estandarización y resultados de los subindicadores

Recurso	Indicador	Subindicador	Escalera estandarizada	FE	FC
RECURSOS INTERNOS DEL AGROSYSTEMA					
Suelo	Contribución a la materia orgánica del suelo	Tipo de labores del suelo	4 No labrado y corte de la cubierta con desbrozadora 3 Labrado de la cubierta en primavera 2 Labrado durante todo el año 1 Labrado durante todo el año y uso de herbicidas	4	1
		Reciclaje de los residuos de cosecha	4 Dejados en superficie 3 2 Extraídos 1 Extraídos y quemados	4	2
	Riesgo de erosión	Tiempo en el que el suelo está protegido con cobertura vegetal	4 Cubierta permanente 3 Implantación de la cubierta después de la cosecha 2 Implantación de la cubierta a inicios de primavera 1 No cubierta	4	1
Biodiversidad	Gestión de la diversidad de heterótrofos		4 Control biológico 3 Control integrado de plagas 2 Control químico con productos permitidos en AE 1 Control químico con productos no permitidos en AE	2	1

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Recurso	Indicador	Subíndicador	Escalera estandarizada	FE	FC
RECURSOS EXTERNOS DEL AGROSISTEMA					
Ecosistemas adyacentes	Riesgo de contaminación por pesticidas	Ecotoxicidad	4 No peligroso 3 Baja peligrosidad 2 Mediana peligrosidad 1 Muy peligroso	3,1	2,9
		Frecuencia de aplicación de productos de ecotoxicidad muy peligrosa	4 No aplicación de productos muy peligrosos 3 1 aplicación de producto muy peligroso 2 2 aplicaciones de productos muy peligrosos 1 3 aplicaciones de productos muy peligrosos	4	2
Energía no renovable	Eficiencia energética		4 Eficiencia energética > 5 3 Eficiencia energética entre 3,5 y 4,9 2 Eficiencia energética entre 1,1 y 3,4 1 Eficiencia energética < 1	4	2
SOCIO-ECONÓMICO					
Recurso económico social	Grado de diversificación de la actividad económica	Grado de diversificación de la actividad productiva	4 Gestión de cuatro cultivos 3 Gestión de tres cultivos 2 Gestión de dos cultivos 1 Solo cultivo de viñedo	4	2

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

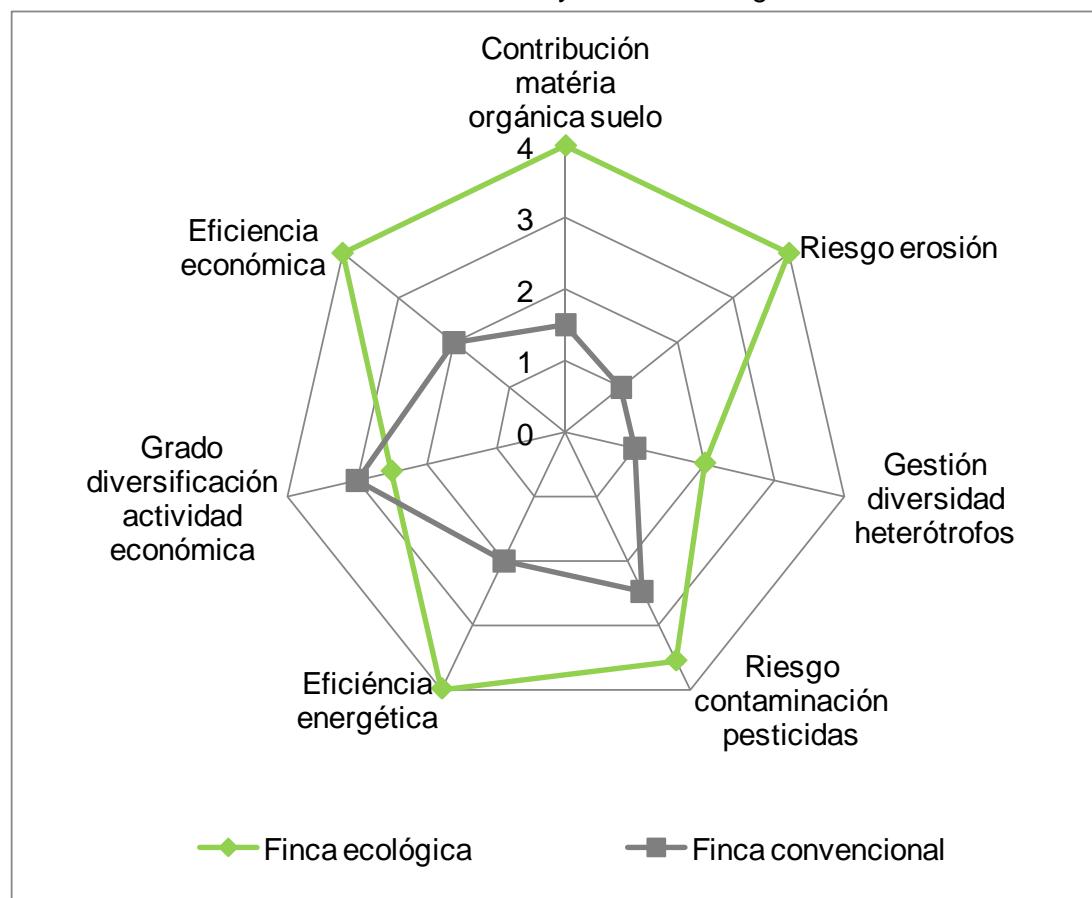
Recurso	Indicador	Subíndicador	Escalera estandarizada	FE	FC
		Grado de diversificación de la actividad económica relacionada con la producción vitivinícola	4 Producción, elaboración y comercialización 3 - 2 Producción y elaboración para su venta 1 Solo producción	1	4
			4 Más del 30% 3 Entre el 21 y el 30% 2 Entre el 10 y el 20% 1 Menos del 10%	4	2
	Eficiencia económica sucia		Fuente: Elaboración propia. Nota: FE, finca ecológica; FC, finca convencional.		

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Para su mejor análisis, en la Figura 11 se representan los indicadores en una gráfica tipo ameba.

Figura 11. Representación gráfica de los indicadores de sustentabilidad para la finca convencional y la finca ecológica



Fuente: Elaboración propia.

Tal y como muestra la gráfica, el agrosistema ecológico tiene valores superiores de sustentabilidad en todos los indicadores excepto en el caso de el *Grado de diversificación de la actividad económica*, en el que, aunque la diversificación productiva de la finca ecológica es buena, el hecho que no se realicen tareas de elaboración del producto para su posterior comercialización la sitúa en una situación de riesgo dado el contexto socioeconómico de progresiva disminución de los precios pagados para las producciones vitivinícolas descrito en el apartado 3.2. Teniendo en cuenta este contexto, el hecho de vender el producto elaborado, permite ganar el valor añadido de la elaboración. Además, teniendo en cuenta la modalidad de manejo del viñedo, con grandes diferencias respecto al gran mayoría del volumen de producción de la zona, sería de esperar la obtención de un producto de características originales, que podría tener una salida interesante en el mercado. El tipo de manejo encajaría muy bien en la filosófica de los llamados vinos naturales, conocidos principalmente por la no adición de sulfitos, además de no usar levaduras para la fermentación, sirviéndose de las presentes en la propia

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

cosecha. Ahora, sin embargo, la producción generada se mezcla con el resto de producciones de los socios de la cooperativa, sin valorarse ni siquiera que procede de agricultura ecológica.

En el resto de indicadores, la finca ecológica presenta valores casi máximos de sustentabilidad excepto en la *Gestión de la diversidad de heterótrofos*. Esto se debe a una dependencia relativamente alta del control químico para el control de las enfermedades fúngicas como el *Oidio* y el *Mildiu*. Una mejora potencial en este aspecto sería la aplicación de tratamientos de control biológico. Esta mejora posiblemente no esté en manos del agricultor, ya que aún queda mucho por recorrer en el terreno científico en lo que se refiere a estas modalidades de control de la sanidad vegetal. Sin embargo, si representa un aspecto que claramente tendrá que mejorar sobretodo en el caso de los tratamientos contra el *Mildiu*, exclusivamente gestionados mediante el uso de pesticidas con cobre, un metal pesante. Otra medida de adaptación sería en cultivo de variedades más adaptadas a la climatología de la zona y con menor sensibilidad al *Mildiu* o el *Oidio*.

En lo que se refiere a la finca convencional, destacan los bajos valores obtenidos en los indicadores del recurso suelo, *Riesgo de erosión* y *Contribución a la materia orgánica del suelo*, debidos al gran número de labranzas realizadas a lo largo del año, la no presencia de cobertura vegetal y la no adición de los residuos de cosecha. También se registran valores de poca sustentabilidad en la *Gestión de la diversidad de heterótrofos*, como es normal por el uso de tratamientos químicos agresivos y poco selectivos, como son los insecticidas, herbicidas, fungicidas sistémicos, etc. claramente negativos para la diversidad de los organismos heterótrofos, no solo para aquellos que se quiere combatir, sino para todos los presentes en el agrosistema. En lo que se refiere a la *Eficiencia económica*, también más bajos de lo que se esperaría. Esto se debe a una estructura de costes muy elevada frente a unos beneficios con tendencia a la baja, año tras año. A diferencia de otras fincas convencionales de la zona con producciones de más de 15.000 kg/ha en según qué variedades sobre pasando la restricción establecida por la Denominación de Origen Penedès, actualmente de 12.000 kg/ha, las producciones la finca analizada tiene una producción por hectárea mucho inferior, con producciones anuales medias entre 7.000 y 9.000. El objetivo de estas producciones es producir vinos de calidad. Sin embargo, teniendo en cuenta la situación actual de reducción del precio del producto, es de esperar la necesidad de reducir los costes para mantener la eficiencia económica del sistema.

5. Conclusiones

Medir la sustentabilidad es una tarea difícil que requiere de una visión muy amplia que tenga en cuenta los diferentes aspectos que la deben hacer posible además de una adaptación imprescindible del marco de análisis a la zona donde se esté haciendo el análisis, y sus prácticas culturales. Así, en el presente estudio, para la evaluación de la sustentabilidad se han tenido en cuenta aspectos tan diferentes como la toxicidad de los pesticidas utilizados i la eficiencia energética o económica del agrosistema. En lo que se refiere a la adaptación a las prácticas culturales de la zona, por ejemplo se han tenido en cuenta las diferente opciones de gestión de cubierta vegetal llevadas a cabo en la zona dadas las condiciones agorclimáticas.

Resulta indispensable destacar evaluaciones interesantes que las limitaciones de tiempo y de infraestructura del presente trabajo han hecho imposible de analizar, como son la utilización de indicadores de estado como son el cálculo del porcentaje de materia orgánica del suelo o la biodiversidad vegetal de la cubierta vegetal en la finca ecológica (durante los meses de realización del trabajo de campo ya estaba seca, hecho que impedía el análisis de las especies presentes).

En lo que se refiere a los resultados obtenidos de la aplicación del marco de evaluación de sustentabilidad planteado, destaca la importancia que determinadas opciones de manejo tienen sobre la sustentabilidad del sistema. Así vemos que la práctica del no labrado además de tener una incidencia directa sobre el consumo de combustible, tiene una incidencia indirecta sobre la sanidad vegetal del sistema por su reducción de la necesidad de aplicar tratamientos por la influencia que tiene en la reducción del vigor de la cepa reduciendo así la incidencia de las enfermedades fúngicas, implicando así una mayor eficiencia energética. Su presencia a lo largo de todo el año permite suprimir las adventicias más problemáticas del viñedo. Además se consigue una mayor contribución a la formación de materia orgánica del suelo (como se ha dicho anteriormente, resultaría interesante medir el porcentaje de materia orgánica).

Este tipo de evaluaciones pueden servir como herramienta a los actores implicados en la gestión de los agrosistemas (agricultores, administración pública, gerentes de cooperativas agrícolas, etc.), para definir aquellos modelos de gestión agraria más interesantes a nivel ambiental, social y económico, huyendo de la simple valoración económica de la actividad.

6. Agradecimientos

Agradecer ante todo a los agricultores Joan y Tomás por su dedicación. A Tomás muchísimas gracias por tu pasión y por transmitirme su profundo conocimiento de la agroecología del viñedo. A David por esa esplendida cena de agosto. También a mi padre, viticultor de aprendizaje incansable, muchas gracias por las ayudas en el enfoque del trabajo y para darle mayor coherencia práctica a mis reflexiones. Gracias a Marta Astier por introducirme en el apasionante mundo de la valoración de la sustentabilidad. Gracias a Marta, Mercè, Gerard, Maria, Joana, familia, y sobre todo a Pere por sus ánimos.

Referencias

- Abbona, E., Sarandón, S.J. Marasas, M.E. (2006) *Aplicación del enfoque sistémico para la comparación de dos agroecosistemas (viñedos) en Berisso*, Revista Brasilera de Agroecología 1(1): 1433 – 1436.
- Abbona, E. A., Sarandón, S. J., Marasas, M. E., Astier, M. (2007a) *Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina*. Agricultural, Ecosystems and Environment 119: 335 – 345.
- Abbona, E., Sarandón, S.J., Marasas, M. (2007b). *Los viñateros de Berisso y el manejo ecológico de los nutrientes*. LEISA 22: 13 – 15.
- Altieri, M. A. (1994). *Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable*. Agricultura Técnica (Chile), 54 (4): 371 – 386.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. (2002). *Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica), 65: 50 – 64.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. (2006) *Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo*. Agroecología, vol. 1: 29 – 36.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Wilson, H., Miles, A. (2010). *Habitat Management vineyards. A growers manual for enhancing natural enemies of pests*. Laboratory of Agroecology. College of Natural Resources University of California.
- Astier, M., Masera, O. R., Galván-Miyoshi, Y. (coord.) (2008) *Evaluación de la sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. SEAE, CIGA, ECOSUR, CIEco, UNAM, GIRA, Mundiprensa, Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable.
- Bejarano, A. (1998) *Un Marco Institucional para la gestión del medio ambiente y para la sostenibilidad agrícola en Agricultura, Medio Ambiente y Pobreza Rural en América Latina*. IFPRI-BID, Washington DC.
- Brown, L., Donaldson, G.V., Jordan, V.W.L. y Thornes, J.B. (1996) *Effects and interactions of rotation, cultivation and agrochemical input levels on soil erosion and nutrient emissions*. Aspect of Applied Biology 47, Rotations and Cropping Systems, 409-412.
- Descombes, Ch-A., Madaula, F., Martínez, I., Maynou, M., Pérez, X., Pujol, M. (2006) *Llibre blanc de la producción agroalimentària ecològica a Catalunya*. Departament d'Agricultura, Ramaderia y Pesca.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Escobar, C., Gil, J. M., Mercader, Ll. (2011) *Informe sobre el sector vitivinícola a Catalunya. Observatori de la vinya, el vi i el cava, Informe num. 1, Març 2011.*

Garcia, S., Muñoz, G., Cabello, F., Pérez-Jiménez, M.A., Ruiz-Colmenero, M., Bienes, R., Marqués, M. J. (¿??) *Ecosostenibilidad de viñedos de secano en pendiente manejados con cubiertas vegetales en el centro de España ¿??*

Garibay, S. L., Levit, D., Müller, A. (2010) *Incidence of organic agriculture on sustainability.* Conferència internacional, Ecososteniblewine, Vilafranca del Penedès, 15 de junio de 2010.

Giralt, Ll., Domingo, C., Catalina, O. (2008) *La coberta vegetal com a tècnica de maneig del sòl a la vinya.* Conferència internacional, Ecososteniblewine, Vilafranca del Penedès, 26 i 27 de novembre de 2008.

Lacasta, C. (1999) *Manejo del suelo y su fertilidad. Abono verde.* En: Fontaneda, X., Del Castill, M. A. *Ponencias del curso de viticulture ecológica (julio 1998).* Escola Agraria de Manresa.

Márquez, F., Giráldez, J.V., Repullo, M.A., Ordóñez, R., Espejo, A.J. Rodriguez, A. (2008) *Eficiencia de las cubiertas vegetales como método de conservación de suelo y agua en olivar.* VII Simposio del Agua en Andalucía. Baeza (España). pp. 631-641.

Masera, O., Astier, M., López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS.* México, D.F. Mundi Prensa, GIRA e Instituto de Ecología, UNAM

Nicholls, C., Altieri, M. A. (2005). *Designing and implementing a habitat management strategy to enhance biological pest control in agroecosystems.* Biodynamics 251: 26 – 36.

Pimentel, D., (2006) *Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture.* The Organic Center, Cornell University Ithaca NY.

Sarandón, S. J., Flores, C. C. (2009) *Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica.* Agroecología 4, pag. 19 - 28.

Sarandón, S. J. (2002) *El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas.* En: *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (Sarandón, S. J., ed). Ediciones Científicas Americanas, 393 - 414.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Towery, D. (1998) *No-till's impact on water quality*. En 6th Argentine National Congress of Direct Drilling, Mar de Plata, Argentina, p.17-26..

Vandermeer, J. (1995) *The ecological basis of alternative agriculture*. Annual Review of Ecological Systems, 26: 201 – 224.

VITEC (Parc Tecnològic del Vi) (2011) *El preu del raïm de vinificació a Catalunya a la campanya 2010*. Observatori de la vinya, el vi i el cava, Estudi num. 9, Setembre 2011.

Páginas web:

Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera (DGPA) *Consulta de productos fitosanitarios*. Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía. Disponible en: <http://dgpa.besana.es/inicio.do> Última visita: septiembre 2011.

Servei Meteorològic de Catalunya www.meteocat.cat. Última visita: septiembre 2011.

Consell Català Regulador de la Producció Agrària Ecològica (CCPAE) www.ccgae.org. Última visita: septiembre 2011.

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Anexo 1. Datos

FINCA ECOLÓGICA

Producciones de la finca ecológica (Kg)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Chardonnay	3.620	3.360	4.180	3.640	3.940	3.275	3.669
Sumoi blanc	9.701	6.981	6.026	4.226	6.016	8.016	6.828
Ull de llebre	9.280	12.960	6.685	4.100	7.955	7.180	8.027
Merlot	3.195	3.420	3.000	2.295	3.695	5.640	3.541
TOTAL	25.796	26.721	19.891	14.261	21.606	24.111	22.064

Producción por hectárea (Kg/Ha)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Chardonnay	6.033	5.600	6.967	6.067	6.567	5.458	6.115
Sumoi blanc	12.126	8.726	7.533	5.283	7.520	10.020	8.535
Ull de llebre	7.733	10.800	5.571	3.417	6.629	5.983	6.689
Merlot	4.260	4.560	4.000	3.060	4.927	7.520	4.721
TOTAL	7.700	7.976	5.938	4.257	6.450	7.197	6.586

Producción en kgraus

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Chardonnay	46.036	45.648	49.036	43.688	55.718	43.560	47.281
Sumoi blanc	87.818	61.843	50.216	45.085	64.655	77.519	64.523
Ull de llebre	106.308	154.319	78.410	48.155	93.542	92.356	95.515
Merlot	39.651	43.522	42.096	31.576	54.828	81.057	48.788

Producción en kgraus/ha

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Chardonnay	76.727	76.080	81.727	72.813	92.863	72.600	78.802
Sumoi blanc	109.773	77.304	62.770	56.356	80.819	96.899	80.653
Ull de llebre	88.590	128.599	65.342	40.129	77.952	76.963	79.596
Merlot	52.868	58.029	56.128	42.101	73.104	108.076	65.051

Grado azucar

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Chardonnay	12,7	13,6	11,7	12,0	14,1	13,3	12,9
Sumoi blanc	9,1	8,9	8,3	10,7	10,7	9,7	9,6
Ull de llebre	11,5	11,9	11,7	11,7	11,8	12,9	11,9
Merlot	12,4	12,7	14,0	13,8	14,8	14,4	13,7

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Consumo de combustible

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Litres de gasoil	2.066,67	1.833,33	2.250,00	1.583,33	1.066,67	1.145,45

FINCA CONVENCIONAL

Producciones (Kg)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Macabeu	107.880	131.340	139.500	141.740	138.940	223.780	147.197
Xarel-lo	45.960	91.920	89.520	77.540	63.880	98.260	77.847
Parellada	96.580	112.740	152.120	117.680	118.820	128.840	121.130
Ull de llebre	23.340	51.220	39.600	46.260	38.400	23.280	37.017
Merlot	7.240	16.700	17.520	13.100	4.960	23.980	13.917
TOTAL	281.000	403.920	438.260	396.320	365.000	498.140	397.107

Producciones (Kg/ha)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Macabeu	7.018	8.544	8.816	8.958	8.512	13.710	9.260
Xarel-lo	3.972	7.943	7.736	6.700	5.248	8.073	6.612
Parellada	9.885	10.127	13.665	10.571	8.546	9.267	10.343
Ull de llebre	5.217	11.450	8.852	10.341	8.584	5.204	8.275
Merlot	3.449	7.956	8.347	6.241	2.363	11.424	6.630
TOTAL	5.412	7.780	8.441	7.633	7.030	9.594	7.648

Producciones (Kgrau)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Macabeu	1.159.600	1.346.692	1.442.310	1.489.188	1.510.696	2.397.952	1.557.740
Xarel-lo	545.854	1.040.682	1.053.938	952.656	847.502	1.173.256	935.648
Parellada	915.750	1.128.272	1.378.700	1.159.726	1.140.414	1.065.708	1.131.428
Ull de llebre	303.738	638.348	498.192	597.746	533.682	326.826	483.089
Merlot	101.646	249.240	221.492	169.046	54.560	305.340	183.554

Grado (Kgrau/ha)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Macabeu	75.432	87.603	91.154	94.117	92.551	146.908	97.961
Xarel.lo	47.169	89.929	91.074	82.322	69.632	96.397	79.421
Parellada	93.723	101.352	123.848	104.178	82.023	76.650	96.962
Ull de llebre	67.897	142.695	111.365	133.619	119.299	73.058	107.989
Merlot	48.426	118.742	105.523	80.536	25.993	145.469	87.448

Grado de azúcar

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Macabeu	10,7	10,3	10,3	10,5	10,9	10,7	10,6

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Xarel.lo	11,9	11,3	11,8	12,3	13,3	11,9	12,1
Parellada							
Torrelavit	9,5	10,0	9,1	9,9	9,6	8,3	9,4
Ull de llebre	13,0	12,5	12,6	12,9	13,9	14,0	13,2
Merlot	14,0	14,9	12,6	12,9	11,0	12,7	13,0

Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

Anexo 2. Fotos

FINCA ECOLÓGICA

Autor: Tomàs Llop



Indicadores de sustentabilidad en viñedo

Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedès

FINCA CONVENCIONAL

Autor: Maria Mestre

