

**Análisis y comparación del uso de Energía en tres Fincas  
Vitícolas del tipo agrario empresarial en Luján de Cuyo.  
Mendoza.**



**Tesina para optar al título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables.  
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.**

**Autor: Martín Aguilar.**

**Directora: Ing. Agr. Paola Mariela Studer - UNCUYO.**

**Co Directora: Ing. Agr. María José Iermanó - UNLP.**

**Mendoza, 2021.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**Facultad de Ciencias Agrarias.**

**Tesina de Grado**  
**INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DEL USO DE ENERGÍA EN TRES  
FINCAS VITÍCOLAS DEL TIPO AGRARIO EMPRESARIAL EN  
LUJÁN DE CUYO. MENDOZA.**

**Tesista**  
**Martín Emiliano Aguilar**

**Directora**  
**Ing. Agr. Paola Mariela Studer**

**Co Directora**  
**Ing. Agr. María José Iermanó**

**Mendoza. Año 2021**

“Un símbolo supera siempre a quien lo emplea y le hace decir en realidad más de lo que cree expresar.”

A. Camus

## ● Resumen

A nivel mundial, el contexto de cambio climático y crisis energética, impulsan cada vez más a eficientizar el uso de recursos, entre ellos el energético y alcanzar así una agricultura sustentable. En este sentido, los cultivos de mayor importancia presentan una huella energética conocida. No obstante, en Mendoza existen pocos estudios referidos a uno de los principales cultivos de importancia socio-económica para la región, la *Vitis vinifera*. Este cultivo generalmente tiene un manejo convencional basado en el ingreso de insumos al sistema, por lo que poseer indicadores permitiría obtener valores comparables; la presencia de indicadores energéticos tales como Eficiencia (EE) y Balance (BE), permitirían conocer valores aproximados de las ganancias o pérdidas del sistema vitícola mostrando si los productos que se obtienen son sostenibles energéticamente. Además, conocer cuáles son los aspectos del manejo más demandantes, brindaría información relevante para mejorar los manejos técnicos, debido a que un mayor aporte de insumos no redundan proporcionalmente en una mejora de rendimientos.

En esa línea, se adopta la hipótesis que propone que los manejos que tiendan a disminuir ingresos culturales (insumos), resultan más eficientes, y se plantea el objetivo de comparar tales eficiencias y relacionarlas con los manejos.

Esta tesina trabajó con tres establecimientos vitivinícolas del tipo social empresario en Luján de Cuyo, Mendoza, que fueron caracterizados a partir de entrevistas y visitas durante el año 2019. Para conocer el uso energético de los mismos, se calculó la eficiencia energética de los manejos técnicos en agroecosistemas. Los cálculos se realizaron tomando una hectárea como unidad de medida. Para el desarrollo de los mismos se consideró la energía total de insumos (input) , y de productos de cosecha (output).

Los resultados energéticos del balance y la eficiencia para los casos abordados resultaron desfavorables, mostrando que los modelos técnico-productivos de los cultivos de vid en empresas, son altamente dependientes de aportes externos de energía en forma integral, tanto en la estructura necesaria como en los aportes culturales, y muestran la necesidad de ajustar los planteos agronómicos empleados si es que se apunta a conservar la base de los recursos naturales intergeneracionalmente, que es lo que la sustentabilidad plantea.

- Palabras claves: sustentabilidad, eficiencia energética, agroecología, viticultura
- **Abstract**

At a global level, the context of climate change and energy crisis, increasingly drive more efficient use of resources, including energy and thus achieve sustainable agriculture. In this sense, the most important crops have a known energy footprint. However, in Mendoza there are few studies referring to one of the main crops of socio-economic importance for the region, *Vitis vinifera*. This crop generally has a conventional management based on the input of inputs to the system, so having indicators would allow obtaining comparable values; the presence of energy indicators such as Efficiency (EE) and Balance (BE), would allow to know approximate values of the gains or losses of the viticultural system showing if the products obtained are energy sustainable. In addition, knowing which are the most demanding aspects of the handling, would provide relevant information to improve technical handling, since a greater input of inputs does not proportionally result in an improvement in yields.

Along these lines, the hypothesis is adopted that proposes that the operations that tend to reduce cultural income (inputs) are more efficient, and the objective of comparing such efficiencies and relating them to the operations is proposed.

This thesis worked with three viticultural establishments of the social entrepreneurial type in Luján de Cuyo, Mendoza, which were characterized from interviews and visits during 2019. In order to know their energy use, the energy efficiency of the technical operations was calculated in agroecosystems. The calculations were made taking one hectare as the unit of measurement. For the development of the same, the total energy of inputs (input), and of harvest products (output) was considered.

The energy balance and efficiency results for the cases addressed were unfavorable, showing that the technical-productive models of vine crops in companies are highly dependent on external energy contributions in an integral way, both in the necessary structure and in the cultural contributions, and show the need to adjust the agronomic approaches used if the goal is to conserve the base of natural resources intergenerationally, which is what sustainability raises.

- Key words: sustainability, energy efficiency, agroecology, viticulture

# Índice

<b>Introducción</b>	7
Fundamentación	7
<b>Marco Teórico</b>	8
El concepto de desarrollo sustentable	8
Uso de la Energía en los Agroecosistemas (AEs)	10
<b>Hipótesis de trabajo</b>	13
<b>Objetivos</b>	13
Objetivo general:	13
Objetivos particulares:	13
<b>Materiales y método</b>	14
Descripción general	14
Caracterización del área de estudio	15
Metodología de Estudios de caso	19
Elección de los casos	20
Cálculo de la eficiencia energética	22
<b>Resultados</b>	25
Caso 1	25
Caso 2	29
Caso 3	33
Resumen de los 3 casos	36
<b>Discusión.</b>	38
<b>Conclusiones.</b>	41
<b>Bibliografía</b>	42
<b>ANEXOS</b>	46
Anexo 1. Cálculos	46
Anexo 2. Tablas de coeficientes consultadas	56
Anexo 3. Tabla de Coeficientes Utilizados	65
<b>Índice de imágenes</b>	
Imagen 1	14
Imagen 2	15
Imagen 3	24
Imágen 4	25
Imagen 5	29
Índice de Figuras	
Figura 1	26
Figura 2	31

Figura 3	35
----------	----

### **Índice de Gráficos**

Gráfico 1	27
-----------	----

Gráfico 2	32
-----------	----

Gráfico 3	35
-----------	----

Gráfico 4	37
-----------	----

### **Índice de Tablas**

Tabla 1	16
---------	----

Tabla 2	28
---------	----

Tabla 3	28
---------	----

Tabla 4	31
---------	----

Tabla 5	32
---------	----

Tabla 6	35
---------	----

Tabla 7	36
---------	----

Tabla 8	37
---------	----

# 1. Introducción

## 1.1. Fundamentación

A nivel mundial, los cultivos de mayor importancia como maíz, trigo, soja y girasol, presentan una huella energética conocida, o al menos más estudiada que los principales cultivos de la región de Mendoza, como *Vitis vinífera* manejadas en agroecosistemas convencionales (Santoni, Hidalgo, Filippini, Genari, 2015). En los agroecosistemas, además de la energía solar, se utiliza energía de otras fuentes. Gliessman (2002) agrupa los aportes de energía en la agricultura en dos tipos principales: aportes ecológicos (solar) y aportes culturales. Estos últimos pueden ser biológicos (trabajo humano, trabajo animal, semilla propia) o industriales (derivados de los combustibles fósiles, electricidad para riego). El modelo agrícola moderno, basado en la extrema simplificación de los sistemas productivos, utiliza elevadas cantidades de insumos derivados del petróleo (energía cultural industrial), en forma de aportes directos de combustibles e indirectos para la producción de agroquímicos, fertilizantes y maquinaria (Iermanó 2016).

Aunque, en general, un mayor aporte de energía externa en forma de insumos o combustible, se traduce en mayor productividad de los sistemas agrícolas (considerada en unidades de peso respecto a unidades de área [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ;  $\text{Tn}/\text{ha}$ ]), este aumento no es proporcional a la energía invertida, y, por lo tanto, la eficiencia energética de los sistemas puede disminuir (energía cosechada por unidad de energía utilizada). De esta manera, los sistemas pueden ser altamente productivos y muy poco eficientes energéticamente (Sarandón & Flores. 2014).

La agricultura sustentable requiere una clara comprensión de los procesos que gobiernan los agroecosistemas. Entre ellos el flujo de energía resulta esencial por su relación con la productividad y el agotamiento de los recursos. Teniendo en cuenta que la energía no puede reciclarse, el aprovechamiento más eficiente de la energía solar y la disminución de la dependencia de energía externa al sistema son conceptos esenciales que deben tenerse en cuenta para el manejo sustentable de los agroecosistemas a fin de optimizar los flujos positivos y minimizar las consecuencias negativas para las futuras generaciones. Por lo tanto, tener noción del rendimiento desde un punto de vista energético a partir de un balance de energía, proveerá un punto de partida para calificar la producción de vid para vino desde el rendimiento energético. Además, conocer cuáles son los puntos en el proceso de mayor demanda energética, es primordial para poder diseñar mejoras o adoptar prácticas que la disminuyan, aportando a la sustentabilidad del proceso.

Por otra parte, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los Estados Miembros que la suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo durante los próximos 15 años. En este marco instituciones relacionadas a la viticultura como Bodegas de Argentina, INV, INTA, UNC, han desarrollado un Protocolo de Evaluación de Sustentabilidad con el fin de que las bodegas y viñedos adheridos sean capaces de identificar la situación respecto de la sustentabilidad en la que están situados a partir de caracterizar los propios procesos de cada establecimiento.

Dentro del protocolo, existe un apartado referido a la eficiencia energética (capítulo 7), entendiendo que la necesidad de conservación de los recursos naturales, sumado a una



evolución impredecible de los costos y la energía, han incentivado a muchos establecimientos a invertir en medidas de eficiencia energética (BDA, 2018, p.67-69). La cuantificación de los consumos y su relación con las etapas de los procesos será de fundamental importancia para establecer los objetivos de mejora en las planificaciones de prácticas que reduzcan el uso de Energía a nivel de cada establecimiento. Y poder contrastarlo con otro establecimiento similar, pero con prácticas de manejo que pueden considerarse distintas (más sustentables, de acuerdo a los productores), ayudaría a detectar puntos críticos en los procesos y determinar qué prácticas resultan más sustentables.

## 1.2. Marco Teórico

### 1.2.1. El concepto de desarrollo sustentable

El concepto de desarrollo, en su acepción más amplia, significa el despliegue de las potencialidades de una entidad, sea esta biológica o sociocultural. Se trata de alcanzar un estado más pleno al preexistente, tanto cuantitativa como cualitativamente (Sevilla Guzmán, 2002).

Es a partir de finalizada la Segunda Guerra Mundial que tiene lugar el nacimiento del concepto de desarrollo de un modo similar al que hoy se conoce. Por primera vez, se planteó el problema del desarrollo de los países más pobres, aunque de una manera muy abstracta. Nace, en este mismo momento, el concepto de subdesarrollo como tal. A partir de este momento, el desarrollo es entendido como una progresión natural hacia un mismo estado final ideal: el logro de un tipo de sistema económico, social y político similar al existente en los países de alto grado de desarrollo, es decir, implícitamente, consiste en concebir el desarrollo como un proceso de avance hacia el capitalismo maduro (Sunkel & Paz, 1970, Flores, 2011).

A partir de ese momento, surgen diversas teorías del desarrollo que se sitúan entre dos posiciones: las teorías ortodoxas de desarrollo que asumen que los países en vías de desarrollo son los responsables de su situación y pueden superarla por sí mismos y, las teorías heterodoxas que sostienen que los países en vías de desarrollo tienen una imposibilidad objetiva de alcanzar el desarrollo.

En el marco de las teorías ortodoxas, los teóricos de la "corriente principal desarrollista" en los '50, propusieron como estrategias para los planes de desarrollo la formación de capital, partiendo de un sector líder, una fuerte planificación centralizada, el aprovechamiento del "exceso" de mano de obra en la industria y la transferencia de tecnología "desde afuera" hacia los países "subdesarrollados". A partir de estos postulados, se esperaba que cuando el proceso de este desarrollo - esencialmente crecimiento económico- se pusiera en marcha, los beneficios económicos comenzarían a llegar al total de la población. Sin embargo, en los años sesenta, se observó que tal "derrame" no ocurría, que los pobres dentro de cada país eran cada vez más pobres, y, aún más alarmante, que la brecha entre países ricos y pobres, se había agrandado. La vinculación del concepto de desarrollo con el sistema capitalista, que entró en crisis al principio de la década del '70 hizo que, incluso desde la propia Historia, se conozca este período como el de la "crisis del desarrollo". La relación directa entre crecimiento económico y desarrollo aparecía, pues, por primera vez cuestionada. Nacen así los enfoques del "crecimiento con redistribución" y el de "necesidades básicas"; concepto profundamente arraigado en el discurso social.

Hacia finales de los años '80, la preocupación sobre el agotamiento de los recursos y la contaminación ambiental llegó a las altas esferas de la política internacional, colocando a la sustentabilidad en el debate de la época. Como consecuencia, en los años 90, una nueva variable hace su aparición en el discurso del desarrollo: el requisito de la

sustentabilidad.

El concepto de “desarrollo sostenible”, como criterio de que el crecimiento económico y la conservación del medio ambiente pueden y deben ser compatibles, se instala definitivamente en la agenda internacional a partir del informe generado, en 1987, por la Comisión Mundial sobre el Ambiente y el Desarrollo (WCED, 1987).

Esta idea plasma un proceso previo (iniciado a fines de los '60s y principios de los '70s ) impulsado por la producción de una serie de informes científicos que advertían sobre las consecuencias globales que el modelo de desarrollo predominante estaba generando. Asimismo, en la década del '70, a partir de la crisis petrolera, los gobiernos comenzaron a comprender que la continuidad del crecimiento no dependía de mano de obra calificada o de la formación de capital, sino también de la disponibilidad a largo plazo de los recursos naturales (Sachs, 1997).

Toda la literatura reconoce a la Conferencia sobre el Medio humano, que tuvo lugar en Estocolmo, en junio de 1972, como un antes y un después en la problematización política del tema ambiental. En primer lugar porque lo introdujo en la arena política internacional, pero también porque fue el primer intento de conciliar los objetivos tradicionales del desarrollo con la protección de la naturaleza, y de contemplar los diferentes intereses de los países de la comunidad internacional.

La declaración de Estocolmo no se hace eco del crecimiento cero y por el contrario especifica que el crecimiento es necesario para superar la pobreza. Reconoce las diferencias entre países ricos y pobres y recomienda que los primeros deben ayudar a los segundos. No distingue crecimiento y desarrollo por lo que, sin necesariamente suponerlos equivalentes, no los contrapone (Pierri, 2001). Paralelamente, se establece la idea de que el subdesarrollo es el responsable de los problemas medioambientales, asumiendo a la pobreza como la causa fundamental del deterioro de los recursos naturales (Guzmán Casado et al., 2000).

En esta misma época, una respuesta alternativa estuvo dada por la propuesta del ecodesarrollo, planteando la propuesta de “nuevos estilos de desarrollo” basados en el potencial ecológico de las diferentes regiones y en las capacidades propias de los pueblos del tercer mundo (Pierri, 2001).

De acuerdo a esta teoría los caminos del desarrollo serían seis: la satisfacción de las necesidades básicas, la solidaridad con las generaciones futuras, la participación de la población involucrada, la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente, la elaboración de un sistema social que garantice empleo, la seguridad social y el respeto a otras culturas y la elaboración de programas de educación. Esta teoría se refería principalmente a las regiones subdesarrolladas involucrando una fuerte crítica a la sociedad industrial (Pierri, 2001).

En 1987, la Comisión Mundial de la ONU sobre Medio ambiente y desarrollo oficializó definitivamente el concepto de desarrollo sostenible definiéndolo como aquel modelo de desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (WCED, 1987).

En esta definición pueden rescatarse algunos aspectos relevantes, resaltan el hecho de que se amplía el horizonte temporal, se exige una valoración del medio ambiente más adecuada y se busca satisfacer las necesidades (presentes y futuras) planteando el problema de la equidad intergeneracional. Müller et al. (2000), por su parte, señalan como aspectos relevantes el hecho de que la definición considera la capacidad de carga de las entidades ecológicas así como la equidad inter e intrageneracional.

Es así que en el debate de la sustentabilidad se pueden reconocer diferentes corrientes de pensamiento, que colocan énfasis diferentes en las dimensiones ecológica, económica o sociocultural de la sustentabilidad.

Aquellas corrientes con eje en la sustentabilidad ecológico- económica, se diferencian a su vez, de acuerdo al nivel de tolerancia que aceptan en la sustitución de los capitales manufacturados, natural, humano y social. Por *capital natural* se entiende el conjunto de activos de la naturaleza que producen un flujo de bienes y servicios útiles para el ser humano. El *capital manufacturado* es el que usualmente se incorpora en las cuentas económicas y financieras. El *capital humano* comprende las inversiones en salud, educación y alimentación de los individuos. El *capital social* comprende las bases institucionales y culturales que permiten el funcionamiento de la sociedad.

Flores (2011) y Sarandón y Flores (2014), basados también en autores anteriores (Harte, 1995) subdividen en cuatro niveles de sustentabilidad:

**La sustentabilidad muy débil:** admite que no existen restricciones en el grado de sustitución entre el capital natural y el manufacturado. Bajo esta noción el concepto de sustentabilidad es sinónimo del mantenimiento del stock total de capital.

**La sustentabilidad débil:** también parte de la idea de que sustentabilidad es sinónimo de mantenimiento de stock total de capital y admite la sustitución entre el capital natural y el manufacturado siempre y cuando el stock de recursos no sea agotado por debajo de un mínimo crítico y/o no se involucren irreversibilidades. Se asume que el capital natural y manufacturado son sustituibles dentro de ciertos límites y complementarios más allá de estos límites.

**La sustentabilidad fuerte:** considera el capital natural como proveedor de algunas funciones que no son sustituibles por capital hecho por el hombre. Bajo esta idea, el capital natural y el capital hecho por el hombre son sustitutos sólo en limitadas oportunidades (Harte, 1995). Es decir, la elasticidad de sustitución entre el capital natural y el capital manufacturado es muy baja.

**La sustentabilidad muy fuerte:** asume que nunca se debería disminuir ningún capital (Flores, 2011).

**En el presente trabajo, se adoptará para las evaluaciones y las consideraciones pertinentes, el concepto de sustentabilidad fuerte.** Las empresas entrevistadas, según la información brindada y lo expuesto de su parte en presentaciones al público, también adoptan tal postura a la hora de definir la sustentabilidad propia de cada establecimiento.

### 1.2.2. Uso de la Energía en los Agroecosistemas (AEs)

La fuente principal de energía en los ecosistemas, el punto de partida, es el sol. Sólo una pequeña parte de la energía solar que efectivamente llega a tierra es transformada en biomasa por las plantas verdes (productores primarios) a través del proceso de la fotosíntesis. Mediante este proceso, una gran cantidad de energía de alta calidad es almacenada en los enlaces químicos que unen los compuestos orgánicos que conforman la biomasa (Sarandón & Flores, 2014).

En los agroecosistemas, además de la energía solar, se utiliza energía de otras fuentes, principalmente energía fósil derivada del petróleo (Gliessman, 2002). Por definición, la agricultura implica la modificación de los ecosistemas naturales y, esto requiere suministrar energía adicional a la solar, en forma de insumos externos. El objetivo de la agricultura es manipular los flujos de energía con el propósito de obtener una cierta productividad neta que pueda ser extraída como producto (grano forraje, carne, leche, bayas de uva, etc.), por lo que es necesario realizar un aporte de energía (Flores & Sarandón, 2014). De acuerdo a Flores & Sarandón (2014, p.197) *“cuanto mayor es la productividad obtenida y el grado de simplificación del sistema, mayor es el esfuerzo sobre el ambiente para modificar los procesos naturales y, por lo tanto, mayor es el aporte de energía exigida”*.

Gliessman (2002) clasifica los aportes de energía en la agricultura en dos tipos principales: aportes ecológicos (solar) y aportes culturales. Estos últimos pueden ser biológicos (trabajo humano, trabajo animal, semilla propia) o industriales (derivados de los combustibles fósiles). El modelo agrícola moderno, basado en la extrema simplificación de los sistemas productivos, utiliza elevadas cantidades de insumos derivados del petróleo (energía cultural industrial), en forma de aportes directos de combustibles e indirectos para la producción de agroquímicos, fertilizantes, maquinaria y semillas (Gliessman, 2002; Flores & Sarandón, 2014). El uso de energía fósil es, a veces, importantísimo, dependiendo de la intensidad, de los sistemas de manejo y los estilos de agricultura seleccionados.

El problema surge inmediatamente al comprender que aproximadamente el 85% de la energía mundial es fósil (Sarandón & Flores 2014). Este hecho cuestiona la posibilidad de sustentar este tipo de sistemas agrícolas, ya que el uso ineficiente de altas cantidades de energía se contrapone con el objetivo de mantener la base de los recursos naturales no renovables, y convierte a los sistemas agrícolas en sistemas dependientes de recursos que, sin dudas, se agotarán en un futuro relativamente inmediato. Asimismo, en sistemas de cultivo que utilizan insumos de tipo biológicos en grandes cantidades como guanos, compost, orujo, la problemática también se hace presente porque los agroecosistemas resultan altamente dependientes de estos ingresos energéticos que son incapaces de producir y deben importarse de otros espacios.

Aunque, en general, un mayor aporte de energía externa en forma de insumos o combustible, se traduce en mayor productividad de los sistemas agrícolas, este aumento no es proporcional a la energía invertida, y, por lo tanto, la eficiencia energética de los sistemas puede disminuir (energía cosechada por unidad de energía utilizada). De esta manera, los sistemas pueden ser altamente productivos y muy poco eficientes energéticamente (Iermanó & Sarandón, 2009). Según Gomiero et al. (2011) desde el año 1700 hasta 1900 el incremento en el uso de la energía (principalmente fósil) aumentó 17 veces, mientras que, en el mismo período, los rendimientos del maíz aumentaron sólo 3 veces. En China, citan que, desde 1950, la energía utilizada en la agricultura (con el advenimiento de los fertilizantes sintéticos, pesticidas y maquinaria) aumentó unas 100 veces para incrementar los rendimientos 3 veces. Asimismo, en sistemas altamente industrializados, como los cultivos en invernáculos con fertirriego, el consumo de energía puede ser enorme (Iermanó, 2015). Ozkan et al. (2004) encontraron en sistemas altamente productivos de hortaliza en invernáculos (pimiento, pepino y berenjena) valores de eficiencia energética menores a 1, lo que significa que se obtiene menos energía que la invertida, lo que pone en duda la sustentabilidad de estos sistemas.

En cierta forma, la agricultura moderna de altos insumos consiste en transformar la energía proveniente de los combustibles fósiles en alimentos o fibra. Energía que ha tardado millones de años en acumularse se está consumiendo a un ritmo excesivamente acelerado. Dado que la explotación petrolera es una actividad minera y no productiva, la posibilidad de mantener este ritmo de extracción por mucho tiempo parece totalmente improbable (Sarandón, 2014).

Desde el punto de vista de la sustentabilidad, es importante analizar la eficiencia con que se utiliza la energía industrial en los agroecosistemas y diseñar estrategias de manejo que permitan disminuir el input energético (Gomiero et al., 2011; Gliessman, 2002; Flores & Sarandón, 2014).

La eficiencia energética en los agroecosistemas, especialmente en lo concerniente a los combustibles fósiles (no renovables) se ha propuesto como un indicador de la sustentabilidad. “*La misma ha sido analizada en diversos sistemas de producción (Gajaseeni, 1995; Nguyen & Haynes, 1995; Moseley & Jordan, 2001; Gezer et al., 2003; Ozkan et al., 2004; Flores et al., 2004; Strapasta et al., 2006; Cieza & Flores, 2007; Deike et al., 2008)*

*mostrando, en muchos casos, valores cercanos a la unidad o aún menores. En la región pampeana, Cieza & Flores (2007) reportaron un valor de eficiencia energética de 9,27 para sistemas mixtos (agricultura y ganadería pastoril) de bajo uso de insumos. En la misma región, Iermanó & Sarandón (2011) reportaron, para los cultivos de soja y girasol realizados en sistemas mixtos, valores de eficiencia energética de 17,9 y 8,5 respectivamente” (Iermanó, 2015).*

Varios autores han analizado también la proporción de la **energía total** que ha sido necesario invertir (input) para reemplazar a procesos ecológicos, entre ellos, la regulación biótica y el ciclo de nutrientes, lo cual varía de acuerdo al cultivo analizado y a la técnica asociada. Iermanó & Sarandón (2009a), encontraron que, en soja, los plaguicidas y fertilizantes, fueron responsables de gran parte de la energía invertida, y llegaron a representar, más del 80 % cuando se repusieron los nutrientes. En colza (Rathke & Diepenbrock, 2006), en arroz (Gajasení, 1995), en trigo y cebada (Deike et al., 2008), se ha citado que hasta un 22% del total de energía invertida ha sido en pesticidas. Iermanó & Sarandón (2008), encontraron que la energía asociada a los pesticidas en soja y algodón, representó más del 50% de la inversión energética. En ese mismo trabajo se encontró que en el cultivo de soja, el supuesto ahorro de energía hecho con la siembra directa, se tradujo en un elevado gasto en pesticidas (53,8 %), ya que las malezas deben controlarse exclusivamente con herbicidas. Por su parte, Iermanó & Sarandón (2011a) encontraron que, en los cultivos de girasol y soja realizados en sistemas mixtos, se invirtió de 37 a 49 % de energía para la regulación biótica a través del uso de insumos como herbicidas e insecticidas.

Identificar los costos energéticos asociados a dichos procesos ecológicos permite encontrar una vía para el rediseño de agroecosistemas y/o para redefinir estrategias de manejo (Iermanó & Sarandón, 2009b). En este sentido, Guzmán et al. (2008) y Ferreira et al. (2018), observan que, en cultivos olivo y de maíz irrigados, el manejo técnico que se hace del cultivo, puede contribuir a mejorar la eficiencia energética total, siendo el manejo orgánico de olivo, con prácticas que tienden a mantener el ciclaje de materia y energía dentro del agroecosistema, 1,43 veces más eficiente en el uso de energía que el manejo convencional. Localmente, y en cuanto al cultivo de vid, no abunda la información referida. Santoni et al. (2015), declara que para el cultivo de vid el balance energético en la producción es positivo (8538.17MJ ha<sup>-1</sup>), lo que indica ganancia de energía en el sistema. La eficiencia energética determinó que por cada unidad de energía invertida en el sistema se producen 1,24 unidades de energía en el producto de cosecha, mientras que la productividad energética resultó que por cada unidad de energía invertida se obtienen 0,42 kg de uva. No obstante en este único trabajo publicado al respecto, se procura estimar la huella energética de un cultivo promedio, no se diferencia entre tipos de manejo y no se tiene en cuenta el gasto energético en riego. Al ser el recurso hídrico el principal factor limitante en Mendoza, el riego es un input a tener en cuenta, más aún considerando que es probable que en el futuro la gran mayoría de los establecimientos vitícolas recurran al riego presurizado, ya que está demostrado que aumenta considerablemente la eficiencia en el uso del agua. Además, tampoco deja constancia de haberse tenido en cuenta lo que hace a la estructura necesaria para el cultivo en sí (postes, alambres, malla antigranizo) y son entradas de energía indirecta fundamentales para el desarrollo del cultivo y provenientes en gran parte de combustible fósil (como el Plástico de las mallas antigranizo, alambres o postes de metal)

### 1.3. Hipótesis de trabajo

***Las fincas manejadas con prácticas que disminuyen los insumos utilizados en el sistema, presentan mayor grado de eficiencia energética.***

### 1.4. Objetivos

#### 1.4.1. Objetivo general:

***Comparar la eficiencia energética en predios vitivinícolas del tipo social agrario empresario, de la primera zona de Luján de Cuyo.***

#### 1.4.2. Objetivos particulares:

- 1.4.2.1. Caracterizar los agroecosistemas a través de un enfoque sistémico y multidimensional.
- 1.4.2.2. Identificar posibles indicadores energéticos que puedan ser usados para evaluar y/o reflejar la sustentabilidad del sistema.
- 1.4.2.3. Obtener y comparar valores de consumo de energía y eficiencia energética de los casos de estudio.
- 1.4.2.4. Comparar diferentes agroecosistemas en términos de eficiencia energética y determinar puntos críticos.
- 1.4.2.5. Correlacionar los valores obtenidos con los manejos llevados en las fincas.

## 2. Materiales y método

### 2.1. Descripción general

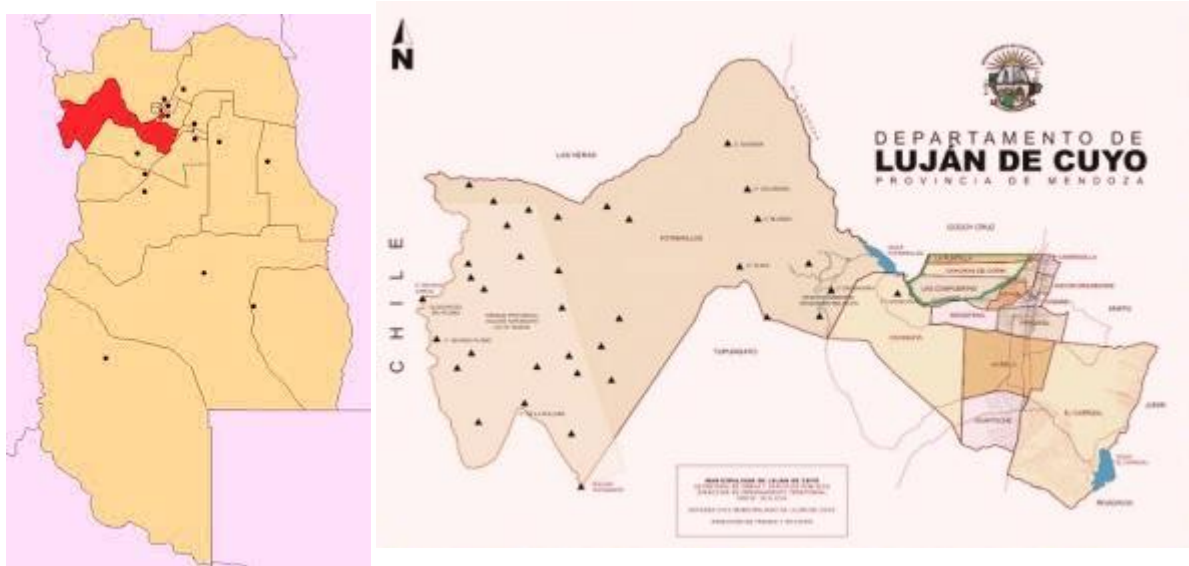
El presente estudio se desarrolló en Luján de Cuyo, provincia de Mendoza. Más específicamente las localidades de Agrelo y Perdriel. Se trabajó con estudios de caso, evaluando tres fincas vitivinícolas de tipo empresarial que se diferencian en sus propuestas técnicas de manejo entre orgánico y convencional.

Se realizaron varias visitas de relevamiento a los establecimientos entre agosto y diciembre del 2018 y una visita más en enero de 2019. En las visitas, a partir de entrevistas semi estructuradas (Ander-egg 1971) a los encargados de manejo y otros implicados, se averiguó acerca del funcionamiento de los agroecosistemas y estrategias de manejo. Se recolectaron datos del planteo técnico de los cultivos. La recolección de los datos referidos al uso de energía se hizo a partir de una encuesta a los encargados, que debió ser revisada en algunas ocasiones. Asimismo, mediante las entrevistas, se indagó acerca de la visión y percepción de estos establecimientos acerca de temáticas como la utilización de insumos, modelo de producción y sustentabilidad.

Una vez relevados los datos necesarios, se calculó la eficiencia energética y el balance de energía, para lo cual se realizó una revisión bibliográfica recolectando información acerca de los datos de coeficientes de energía relacionados a distintos insumos (Audsley et al., 2009; Diotto et al., 2014; Ferraro, 2007; Ferreira et al., 2018; Guzmán, 2010; Guzmán, 2008, Helsel, 2007; Hernández et al., 2015; Iermanó, 2015; Zhang et al., 2015, INTI, UNESCO, 2017). Se tomó como período de estudio el ciclo que terminó con la vendimia 2018, de los que los establecimientos poseían información. Se calcularon los ingresos y egresos de energía para un periodo de un año y posteriormente se los refirió a una hectárea para obtener el resultado por hectárea por año.

Finalmente se analizaron cualitativamente los resultados, relacionando la energía invertida con los rendimientos y los métodos productivos. Para ello las entrevistas fueron desgrabadas en su totalidad y sistematizadas. El análisis e interpretación fueron principalmente centrados en el material discursivo acumulado. Con todos estos elementos se intentó debatir acerca de la influencia de las lógicas productivas en el uso eficiente de energía y su aprovechamiento para la disminución de insumos.

## 2.2. Caracterización del área de estudio



### 2.2.1. Ubicación

**Imagen N°1:** Ubicación de Luján De Cuyo

El Departamento de Luján de Cuyo (Imágen N°1) se encuentra ubicado en zona Centro – Norte de Mendoza, a 19 kilómetros de la Capital de la Provincia de Mendoza. Su superficie corresponde a 11 Km<sup>2</sup>, y está ubicado a 958 m.s.n.m. Integra el oasis norte de Mendoza, donde se localiza la zona agrícola más importante, rodeada por un área de secano y el Área Metropolitana de la ciudad de Mendoza (AMM).

Al Norte limita con los departamentos de Godoy Cruz, Las Heras y Maipú; al Sur con Tupungato; al Este con Junín y Rivadavia; y al Oeste con la República de Chile.

El departamento está dividido en 14 distritos, y los casos estudiados están localizados dentro del distrito de Perdriel, y el distrito de Agrelo, sobre la Ruta Nacional 7.

### 2.2.2. Zona Fitogeográfica

Luján está comprendido por dos provincias fitogeográficas. La Altoandina al Oeste, por los oasis que conforman esta zona se ubican en la Provincia del Monte. Para las zonas áridas argentinas, específicamente se desarrollan sobre piedemontes, bajadas y playas (departamentos de Las Heras, Capital y Luján de Cuyo), llanos con médanos (Lavalle) y llanos del este mendocino (Maipú, Guaymallén y la extensión oriental de los departamentos pedemontanos). La mayor parte corresponde a una planicie aluvial con modificaciones antrópicas, comprendiendo el abanico aluvial y la planicie distal asociada. El paisaje ha sido profundamente modificado por el empleo antrópico del agua. Los distritos de Perdriel y Agrelo, donde están localizados los casos, están representados por vegetación de bolsones y huayquerías, con comunidades saxícolas diversas de *Larrea cuneifolia*, *Zucagnia punctata*, *Chuquiragea erinacea*, etc., y comunidades riparias en zonas de cauces temporarios o permanentes como el caso del río Mendoza.



## 2.2.3. Elementos del Biotopo

### 2.2.3.1. Hidrografía

Luján de Cuyo integra el oasis norte de Mendoza, donde se localiza la zona agrícola más importante, rodeada por un área de secano y el Área Metropolitana de la ciudad de Mendoza (AMM). La aridez de la región es determinante de las actividades agrícolas y solo son posibles bajo riego integral. Las precipitaciones anuales alcanzan los 200 mm, mientras que la evapotranspiración potencial de los cultivos supera los 800 mm.

El área bajo estudio está formada por el territorio regado por el río Mendoza. La cuenca se ubica en los departamentos de Las Heras (incluyendo Uspallata), Lavalle, Maipú, **Luján de Cuyo** y los distritos de Nueva California y El Central (imagen 2) que si bien pertenecen al departamento de San Martín cuentan con recursos hídricos del río Mendoza. Las unidades que conforman este oasis poseen una distribución espacial asociada al sistema fluvial del río Mendoza y sus afluentes. Son generados por acción antrópica sobre las Llanuras Pedemontanas, Llanos con Médanos y Llanura Árida de Mendoza y San Juan. La superficie geográfica ocupa un espacio de 2,8 miles de km<sup>2</sup> (1,8% aproximadamente de la superficie de Mendoza), de acuerdo a la cartografía elaborada por el Departamento General de Irrigación Provincial (DGI). Esta superficie incluye las áreas efectivamente regadas (87.435 ha de acuerdo al CNA, 2008 ), más de 104 mil ha empadronadas bajo riego y sectores destinados a otros usos no agrícolas.

Según el DGI, la tierra irrigada del río Mendoza es clasificada en antropizada y natural. Se puede calcular que el 84,5% del área está o estuvo destinada a actividades agrícolas. El resto está ocupado por construcciones (12,7%), infraestructura hídrica (0,7%) o bien es tierra que se encuentra sin cultivar ni labrar (2,1%) (Van den Bosch 2018)



Imagen N°2 Oasis de Mendoza

### 2.2.3.2. Geomorfología

La cota de 1.000 m divide el territorio de norte a sur, con zonas montañosas hacia el oeste y la planicie hacia el este. La Cordillera de Los Andes en el oeste, en la cual se distinguen dos unidades fundamentales que son la Cordillera Principal que sirven de límites con la República de Chile y la Cordillera Frontal (separada de la anterior por el Valle del Río Tupungato). El sector este está ocupado por las Cerrilladas pedemontanas, en dos formaciones separadas por una cuña de la llanura de la Travesía. Los oasis de llanuras pedemontanas se ubican en la formación fisiográfica de bajadas, constituidos por conos aluviales coalescentes, formados por ríos andinos que a su salida al pie de los montes depositaron una potente carga de aglomerados. Estas bajadas descienden con una pendiente apreciable desde el borde cordillerano. A lo largo de este eje se reduce el tamaño de los materiales, desde grandes rodados y arenas en la zona proximal hasta arenas finas, limos y arcillas en la llanura pedemontana distal o llanura árida (IADIZA-Cricyt, 1996).

### 2.2.3.3. Suelos

El suelo está constituido con sedimentos finos de origen aluvial, mientras que el subsuelo cuenta con sedimentos areno-limo-arcillosos. Hay una gran heterogeneidad de texturas en los suelos, incluso en distancias muy cortas. La presencia de piedras es notable; se caracterizan por ser de canto rodado, de tamaños variables y con depósitos de carbonato de calcio (calcáreo). El material orgánico es escaso, y las condiciones de altas temperaturas durante el verano sumado a las escasas precipitaciones y a la abundancia de calcáreo, favorecen la rápida degradación de la materia orgánica e impiden su acumulación.

### 2.2.3.4. Clima

La dirección de Agricultura y contingencias climáticas de la provincia posee una estación telemétrica en Perdiel de la que se obtienen los principales datos para análisis agrometeorológico desde 2006 (tabla con capturas a continuación). para la zona de estudio se registran un temperatura media en el período productivo (set-abr) de 17,6°C, una humedad relativa promedio de 45% y un registro de precipitaciones de 238 mm

CAMPAÑA	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr
PROMEDIO 2006-2018	5,00	0,50	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
TEMPORADA 2017-18	5	1	0	0	0	0	1	3

Frecuencia de heladas

CAMPAÑA	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr
PROMEDIO 2006-2018	0,64	1,60	5,80	10,56	11,67	7,45	3,40	0,00
TEMPORADA 2017-18	0	2	6	10	12	6	3	0

Nº de días con temperaturas entre 30 y 33°C

Mes	T máx	T med	T mín	Hr	Pp	Rad	Th moh	Gd
set	19,05	11,28	3,71	40,56	10,3	S/D	1736,55	67,0
oct	22,61	15,19	7,53	37,16	15,6	S/D	2649,67	167,7
nov	26,70	18,80	10,37	35,28	39,9	S/D	2075,11	260,8
dic	29,00	21,34	12,85	38,12	32,4	S/D	1944,63	351,3
ene	29,98	22,50	14,62	43,93	45,3	S/D	2104,63	385,7
feb	28,02	20,70	13,69	52,63	46,4	S/D	3575,13	302,7
mar	25,29	17,83	10,86	56,41	34,4	S/D	5736,00	245,1
abr	21,17	13,23	6,22	59,55	14,5	S/D	8226,14	107,8
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	25,23	17,61	9,98	45,46	238,9		3505,98	1780,3

**T. máx:** Temperatura máxima media mensual (°C)  
**T. med:** Temperatura media promedio mensual (°C)  
**T. mín:** Temperatura mínima media mensual (°C)  
**Hr:** Humedad relativa media mensual (%)  
**Pp:** Totales mensuales acumulados de precipitación (mm)  
**Rad:** Radiación promedio mensual (watt/m<sup>2</sup>)  
**Th moh:** Tiempo en el cual se registró rocío sobre el sensor (minutos)  
**Gd:** Grados día acumulados mensuales: Temperatura media diaria - 10 (°C/día)

**Tabla 1:** Registros Agrometeorológicos (Temperatura, precipitación y humedad) para Perdriel.  
Fuente: Dirección de Agricultura y contingencias climáticas

#### 2.2.4. Características socioeconómicas del departamento

El departamento de Luján de Cuyo cuenta con una economía diversificada, en la que se destacan las actividades hidrocarburíferas, vitivinícolas y metalmeccánicas.

El sector petrolero tiene un fuerte peso en la economía regional del departamento. El Complejo Industrial Luján de Cuyo es la refinería de mayor conversión del país. Cuenta con una capacidad de refinación de 105.500 barriles de crudo por día. Se elaboran prácticamente todos los productos que YPF comercializa en el país.

A su vez, en su territorio se encuentran prestigiosas bodegas argentinas, encontrándose en desarrollo durante los últimos años la actividad olivícola. En materia agrícola cuenta también con explotaciones frutícolas (2086 has) y hortícolas (4.635 has), aunque el predominio corresponde a la viticultura (9.160 has).

Luján de Cuyo es un departamento en el cual la vid ha sido el principal cultivo históricamente en la zona, al igual que en el resto de la provincia. En las últimas décadas se ha incrementado la superficie cultivada llegando a 7000 ha, correspondiente al 50% del total de la superficie cultivada (DEIE, 2007). Así mismo cabe destacar, que existen grandes superficies de cultivos como nogales, ciruelos, ajos, y duraznos principalmente.

En cuanto a su volumen productivo, Luján es uno de los Departamentos de mayor incidencia en el Producto Bruto Geográfico de Mendoza al que contribuye con un 18,49% a pesar de tener solo el 6,42% de la población provincial.

Respecto a las empresas industriales, según datos del Censo Industrial realizado en el año 2003 Luján cuenta con 106, lo que representa el 8,85% del total provincial (1.197) y tiene 2578 personas ocupadas en este rubro, número que es equivalente al 8,60% del total ocupado en la Provincia (29.952 personas)

### 2.3. Metodología de Estudios de caso

Se trabajó con la metodología de estudio de caso. De la población de estudio se eligieron casos representativos, cuya elección se basó en dicha metodología. *“Los casos son denominados por Mitchell (1983) como aquellos que son de utilidad para aprender sobre el proceso que se propone estudiar y en particular sobre el comportamiento del sujeto en relación a este proceso”* (Iermanó, 2015).

Cuando la pregunta se orienta a conocer cómo o por qué ocurren determinados eventos, el estudio de casos es la estrategia de investigación más apropiada (Yacuzzi, 2005). Su ámbito de aplicación está bien definido: estudia temas contemporáneos sobre los cuales el investigador no tiene control, se trata de describirlos y comprender su funcionamiento (Yin, 1989). Esta metodología es característica de las ciencias sociales, pero tiene también aplicación para el estudio de sistemas analizados integralmente, como los agroecosistemas analizados desde el enfoque de la sustentabilidad.

El abordaje holístico y sistémico que requiere el análisis de sistemas de manejo sustentables, genera la necesidad de estudiar y conocer los agroecosistemas en los establecimientos de los propios agricultores, utilizando para ello estudios de caso y el enfoque de sistemas como herramienta (Guzmán Casado et al., 2000). Esto es necesario, debido a la gran complejidad de la realidad agropecuaria extensiva y la temática abordada. Esta metodología o abordaje entiende las particularidades de este escenario: cada establecimiento con su estructura, componentes y funcionamiento, cada entidad productora, y la interacción entre ellas, es un caso único e irrepetible, del cuál pueden extraerse algunos “principios básicos universales” factibles de ser extrapolados analizando la pertinencia en cada situación (Mitchell, 1983). Se considera el agroecosistema la unidad básica de trabajo, pues es el nivel jerárquico donde aparece claramente el componente social ligado al sistema natural-productivo formando una unidad. Esto dificulta el empleo de algunos diseños estadísticos más clásicos. De esta manera, la información que pueda obtenerse representará con mayor fidelidad la realidad particular de cada finca y agricultor.

A partir de los resultados de los estudios de caso es posible realizar inferencias generales sobre el funcionamiento de los mismos (Yin, 1989; Yacuzzi, 2005; MartínCrespo Blanco & Salamanca Castro, 2007). Tal como enuncia Yacuzzi (2005:20) *“en el estudio de casos la validez que nos interesa es la que lleva a la generalización analítica, por la cual los resultados se generalizan hacia una teoría más amplia, que permita en el futuro identificar otros casos en que los resultados del primero sean válidos”*. Así, el investigador postula relaciones entre características, en el marco de un esquema conceptual explicativo (Martín-Crespo Blanco & Salamanca Castro, 2007). La relevancia del caso y su generalizabilidad no proviene, entonces, del lado estadístico, sino del lado lógico: las características del estudio de caso se extienden a otros casos por la fortaleza del razonamiento explicativo (Yacuzzi, 2005). Además, Yacuzzi (2005) menciona que otra forma de enriquecer las generalizaciones de los casos es introduciendo al análisis datos cuantitativos, como ocurre en este estudio. Esta metodología ha sido utilizada en otros estudios similares (Abbona et al, 2007; Dellepiane y Sarandón 2008; Evia y Sarandón 2002, Sarandón et al. 2006; Flores et al. 2007; Blandi, M., Sarandón, S.J. y Flores, C. 2009; Iermanó, 2015; Gargoloff et al., 2018; Studer, P.M. et al., 2016,2018,2018b, 2019, 2020).

También es importante valorar la “tipificación de casos estudiados” mediante la comparación de las características relevantes con información previamente documentada (Martín-Crespo Blanco & Salamanca Castro, 2007), por lo que es necesario previamente definir variables que sirvan de criterios de selección de casos. En este estudio, para seleccionar los “modelos” de sistemas productivos o categorías de análisis nos hemos valido de antecedentes que nos den una idea de las tipologías de productores vitícolas, de manera de tomar modelos que surjan de dichas clasificaciones. Se realizó una revisión de tipos sociales agrarios y las variables seleccionadas para su definición (Arroyo 1990, Margiotta 1995, Martín, 2009;).

## 2.4. Elección de los casos

Dado que este estudio se propone comparar distintos tipos de manejo en una misma categoría de tipos de productores, fue necesario definir variables que sirvan como criterios de diferenciación y selección de los mismos. Hay que estar relativamente seguros de que las dimensiones seleccionadas presenten una fundamentación teórica que permita presumir la validez de los agrupamientos a ser producidos en la categorización.

Para un análisis de la complejidad de los fenómenos rurales y agrarios, nos interesa el estudio de la Estructura Agraria (EA), en cuanto configuración de elementos socioeconómicos y agroecológicos, interrelacionados e interdependientes. Si bien dicha estructura se fundamenta principalmente en una especial forma de tenencia de la tierra, no se agota en ella y sólo puede comprenderse como una totalidad de elementos.

Se consideran tres componentes básicos de la EA (Arroyo 1990; Margiotta et al, 1995):

- 2.4.1.1. **Estructura de Tenencia de la Tierra (ETT):** Dado que la ocupación agraria supone la obtención de productos a partir de la tierra, la importancia de ésta como factor de producción y como una de las principales formas de concentración de la riqueza, es decisiva en el momento de determinar tanto la estructura económica como la estructura social
- 2.4.1.2. **Estructura Económico- Productiva (EEP):** comprende a los actores sociales que participan de ella, es decir, al elemento humano, y al tramado de relaciones sociales a través de las cuales los actores van conformando la dinámica social
- 2.4.1.3. **Estructura Social (ES):** Se refiere a los siguientes interrogantes: Quiénes producen, qué y cómo producen, para qué y para quiénes producen. Son especialmente importantes los recursos productivos disponibles (naturales, de capital, de mano de obra) y su combinación, así como los resultados que provocan.

Para la identificación de los actores sociales más significativos y del grado de diferenciación- asimetría en la estructura social agraria, utilizamos los **Tipos Sociales Agrarios**, ellos no son más que los agentes socioeconómicos de la producción agraria. “Según Bustos (2009) cada uno de los tipos pueden ser entendidos como una construcción conceptual que selecciona, abstrae, combina y en ocasiones enfatiza deliberadamente un conjunto de variables (criterios con referentes empíricos) que sirve de base para la comparación de casos empíricos.” (Viani, 2014).

Arroyo (1990) y Martín (2009) los resumen en tres tipos sociales (TPS): los productores descapitalizados pluriactivos, los productores familiares capitalizados y los empresarios.

Margiotta et al. (1995) mencionan que cuando se busca “representar un problema teórico seleccionando situaciones sociales que ofrezcan rasgos observables sobre las categorías de análisis”, se recomienda minimizar las diferencias entre los casos con el fin de sacar a la luz propiedades básicas de una categoría particular y, a la vez, maximizar las diferencias entre los casos con la intención de acotar la incidencia de la teoría. De esta manera, la comparación de casos dentro de una misma categoría de análisis (por ejemplo, los empresarios) permite minimizar las diferencias mientras que la comparación entre categorías de análisis extremas o disímiles, como son las categorías propuestas para este estudio, permite maximizar las diferencias entre casos.

**Esta tesina trabajó con el tipo social agrario empresario**, el más numeroso en la provincia. Martín (2009), incluye a aquellos agentes socioeconómicos que poseen unidades productoras agropecuarias que bajo cualquier forma de tenencia, producen con una disponibilidad adecuada de capital, así como de recursos naturales. Basadas en el trabajo asalariado y en las que el empresario tiene funciones de organización y dirección o bien esa función puede estar intermediada por un administrador. Su disponibilidad de recursos y su organización social del trabajo les posibilita obtener una rentabilidad que permite un ritmo de capitalización superior al de los otros TSA. Se optó por tres productores del mismo tipo que cumplieren con la disponibilidad y predisposición para brindar las entrevistas e información necesaria y que se ajustara al tipo agrario elegido para el estudio.

Dentro del TSA Empresario existe una gran diversidad de situaciones que podría llevar a la necesidad de establecer subtipos. Estos podrían definirse en función del tamaño de la empresa, del nivel tecnológico, de la intensidad o la extensividad, del grado de especialización y división del trabajo, entre otros. Cuando las formas empresarias puras (propiedad exclusiva del capital) se combinan con la tenencia en propiedad de la tierra es posible hablar de un subtipo empresario- terrateniente. Esta combinación es bastante frecuente y, en ocasiones - sobre todo cuando se hace un uso extensivo del suelo- , el comportamiento productivo se explica más que por una racionalidad económica maximizadora del beneficio (remuneración del factor capital), por una maximización de la renta (remuneración del factor tierra).

Este sector hoy impulsa acciones en torno a la sustentabilidad y la necesidad de autoevaluarse a través de un protocolo (Protocolo de Sustentabilidad de Bodegas de Argentina, 2018) elaborado por ellos mismos y validado por diferentes actores territoriales, entre ellos la Facultad de Ciencias Agrarias y el INTA. Los departamentos con mayor proporción de Empresarios vitivinícolas son: Tupungato, Luján de Cuyo y Tunuyán (Martín, 2006). En Mendoza corresponden al 54,3% de las EAPs, y en Luján el 76% (Martín, 2009).

Para este estudio se evaluaron 3 casos de tipo empresarial, diferenciándolos de acuerdo a si el tipo de manejo es más o menos sustentable desde el punto de vista energético. Para ello se seleccionaron 1 caso orgánico (caso 1) y 2 casos convencionales. (casos 2 y 3)

## 2.4.2. Cálculo de la eficiencia energética

El análisis energético presentado en este trabajo compara la eficiencia de tres viñedos con distintos manejos que implican intensidades de entrada distintas. El periodo de tiempo comprendido fue el ciclo de la vendimia 2018.

En cada caso se calculó la eficiencia energética total del agroecosistema de acuerdo al método desarrollado por Pimentel et al. (1991), dado que resulta una herramienta adecuada para este análisis. En este cálculo, no sólo se tienen en cuenta los gastos directos de energía, tales como el combustible derivado de energía fósil, sino también la energía asociada a la fabricación de los insumos utilizados en dicho sistema (Gliessman, 2002). El método consiste en calcular las unidades de energía obtenidas en un sistema con los productos destinados a la venta, en este caso la uva destinada a producción de vino (energía de salida u output), por cada unidad de energía que se invierte en concepto de insumos (energía de entrada o input)

$$\text{Eficiencia Energética} = \text{Energía de Salida} / \text{Energía de entrada} = \text{Output} / \text{Input}$$

Valores de eficiencia energética superiores a 1 indican que se obtiene más cantidad de energía que la que fue incorporada en el sistema, siendo más eficiente cuanto mayor sea el valor. Una eficiencia menor a 1, indica que se gasta más energía de la que se está produciendo en el sistema, con lo cual el proceso es energéticamente ineficiente.

Para calcular la eficiencia energética se convirtieron todas las entradas y salidas en unidades equivalentes (Megajoules: MJ) por medio de valores de energía asociada a los distintos insumos, reportados por diferentes autores.

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva para seleccionar los coeficientes a utilizar. En general se observó que, en la mayoría de los casos, se presentan los datos por grupos de insumos, por ejemplo herbicidas, insecticidas, maquinaria, etc., sin desagregar el principio activo o la maquinaria específica. En esta tesina, cuando fue posible, se utilizaron los datos específicos para cada insumo, y cuando no se consiguieron se recurrió al uso del dato general. Aunque no fue posible verificar detalladamente los procedimientos de cálculo de los coeficientes, en este trabajo se supone que proporcionan una estimación aceptable de todos los costos energéticos involucrados. Los coeficientes utilizados se pueden encontrar en el Anexo 3.

La demanda de Energía en agricultura puede ser dividida en entradas **directas** e **indirectas**; la **energía directa (ED)**, abarca el combustible, la electricidad (si es de fuente fósil) y la labor humana, maquinarias, etc, mientras que la energía **indirecta (EI)** comprende la energía asociada a fertilizantes químicos, abonos, maquinarias e implementos y estructura del cultivo. En este tipo de cultivos, la energía directa consta sólo del combustible, siendo el resto de los ingresos de la categoría "indirecta". Los análisis y discusiones en este estudio se harán sobre el **Total de la energía**, no desagregándola

Adicionalmente, en base a los valores de input y output, se calculó el balance de energía. Este cálculo consiste en la diferencia entre la salida y la entrada de energía. Valores negativos indican que se está invirtiendo menos energía de la que se obtiene.

### ***Balance de energía=Energía de Salida-Energía de entrada=Output-Input***

En cuanto a las entradas de energía, no fueron consideradas las entradas ambientales (radiación, precipitación, etc.), ya que no representan costo y son independientes del manejo llevado. Además, la radiación solar es de tal magnitud que su consideración en el análisis energético haría insignificante al resto de ingresos. Por el contrario, la tierra es un recurso limitado, y fue considerada, refiriendo las cantidades de energía a una hectárea como unidad base.

En trabajos similares en cuanto a la evaluación de la eficiencia energética de diversos cultivos (Iermanó, 2015; Abbona, 2007; Ferreira, 2018) no se tiene en cuenta en las entradas asociadas al trabajo humano. Pero como en el cultivo de vid, la cosecha es manual, se optó por incluirla, tomando los coeficientes para trabajo en agricultura desarrollados por Nogareda y Luna (2007)

Para la obtención de la energía asociada al riego en los casos donde está presente (el gasto de energía extra en regar) se recurrió a los modelos desarrollados por Diotto et al. (2014), que relaciona masa y potencia de las bombas con su energía asociada. Además tiene en cuenta también si el riego es por goteo (como en los viñedos estudiados), el equipamiento, el sistema de conducción y la vida útil de los materiales.

- Para la energía asociada al sistema de conducción (mangueras), se obtiene por la siguiente fórmula (Diotto et al. 2014) ( $Q$ = caudal;  $L$ = long de las mangueras;  $p$ = presión de riego;  $A_i$ = área irrigada)

$$E_{riego} = \frac{[(0,75 \times Q + 0,0076) \times L] + 15,73Q + 0,044 \times P}{A_i}$$

- La energía asociada a las mangueras propiamente dichas, Diotto (2014) propone calcular la masa total del material de las mangueras ( $M$ ) y afectar por el coeficiente del material (PEBD)
- 

$$M_{PEBD} = e^{\{-8,714+[1,911 \times \ln(D)]+4,53 \times 10^{-7} \times PN^2\}}$$

donde  $D$  es el diámetro y  $PN$  la presión nominal de la manguera

Y por último, la fórmula general para calcular la energía asociada a implementos, maquinarias, y elementos de la estructura es:

$$EA_M = \frac{1}{A} \frac{M_1 \times coef_1}{VU_1}$$

dónde  $EA$  es la energía asociada a los materiales,  $M$  es la masa, afectada por su coeficiente (coef) y por la vida útil ( $VU$ ),  $A$  es el área de trabajo.

La energía asociada a maquinarias (tractores e implementos) se calculó como la suma de los materiales de producción y un coeficiente de manufactura, y se afectó el cálculo por la vida útil estimada. Con los coeficientes expuestos por Doering (1980) y posteriormente utilizados en la mayoría de los trabajos de la índole (Alluvione, 2011; Guzmán, 2008; Diotto 2014; Ferreira, 2018) según la siguiente fórmula:



$$EA_{Mn} = \frac{1}{A} \frac{M_1 \times (\text{coef}_{\text{materiales}} + \text{coef}_{\text{manufactura}})}{VU_1}$$

Respecto de las entradas agronómicas (fertilizantes, fungicidas, etc) se contrastaron con tablas de energías asociadas de diversos autores (Guzmán, 2008; Hernandez 2015; Ferreira, 2018, Alluvione 2011; Audsley 2009; Hesel 2007, Zhang, 2015). En aquellos insumos para los que no se encontró el coeficiente propio, se calculó en base al ingrediente activo mayoritario. Abonos verdes utilizados in situ, no fueron tenidos en cuenta al ser producidos dentro del sistema y no representar una entrada.

En cuanto a los difusores de hormonas utilizados para el control de *Lobesia botrana*, la entrada se considera como la suma del equivalente energético del polietileno de la cápsula y de los principios activos (dodecadienil acetato y n-dodecil acetato) (BASF). Pero si bien su uso desempeña un papel fundamental, la entrada en MJ es tan baja en cuanto a materiales (aprox 300 g por ha) que resulta despreciable en los cálculos.

En los casos en que se hace y aplica compost a partir del orujo agotado, se tuvo en cuenta la proporción del mismo producido en la finca, el cual no representaría una entrada de energía, y se lo quitó del total incorporado. Los coeficientes usados para compost y guanos fueron obtenidos de Zhang (2015).

Para las consideraciones de energía referidas a la infraestructura del cultivo, es decir los postes y alambres necesarios para la conducción y la protección con malla antigranizo se siguió la misma lógica que con las maquinarias, considerando el peso de los materiales, el coeficiente relacionado a su material y la vida útil, con coeficientes obtenidos de tablas de materiales de construcción y durabilidad de los mismos de tablas de INTI, Norma IRAM, UNESCO y trabajos de distintos autores ( Manrique et al. 2009; Guzmán, 2010)

En el Anexo 1 se encuentra el detalle de los cálculos realizados para obtener los valores de energía asociada utilizados en cada caso.

Por último, se sumaron todos los ingresos por caso y se dividieron por la salida de energía, obtenida a partir de un coeficiente promedio para la uva vinificable y la cantidad obtenida por cada caso de estudio.

$$Eficiencia = \frac{\sum_{i=1}^n \text{insumo}_i \times \text{coef}_i}{\text{cant. uva} \times \text{coef}_{\text{uva}}}$$

### 3. Resultados



**Imagen 3:** imagen satelital con la ubicación de los casos estudiados, los tres ubicados a un radio menor a 10 Km

#### 3.1. Caso 1

La Finca estudiada y la bodega son una empresa familiar que se ha ido construyendo y ampliando anualmente sin financiamiento externo. La misma comenzó a certificar su producción orgánica a partir del año 2000 y a exportar en el año 2004.

Es una bodega totalmente integrada (cultivo de vid, producción de vino y venta en mercado). La bodega produce únicamente vino orgánico a diferencia de otras bodegas que poseen una línea en particular de vino orgánico. La producción es de 100.000 botellas por año, a partir de la molienda de 1.000-1.100 quintales aproximadamente. La capacidad de la empresa es de 150.000 litros, lo que impide el almacenamiento de grandes volúmenes haciendo necesario que los volúmenes producidos sean comercializados en el mismo ciclo productivo.



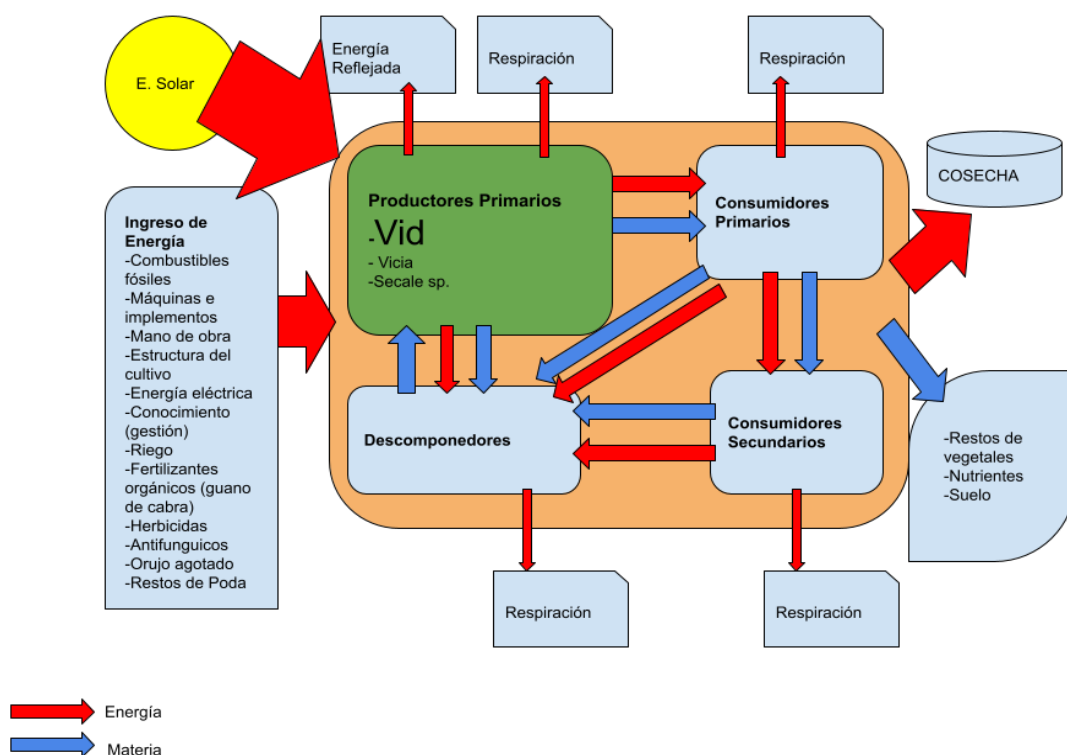
**Imagen 4:** Imagen satelital del Caso N° 1 : Fuente elaboración propia con Google Earth.

Inicialmente fue simple comenzar la producción ya que en el mercado internacional existía la demanda de vino orgánico a diferencia del comercio interno, en donde no se demandaba ni vino ni uva orgánica, por lo que hasta el 2013 el 90% del vino se exportaba. Actualmente es 50% mercado interno y 50% exportación (Estados Unidos, Canadá, Brasil, Bélgica, Francia, Alemania, Inglaterra, Perú).

En total, el personal cuenta con 5 personas. Tres personas afectadas a la producción: viñedo y bodega. Una persona dedicada al sector administrativo (título terciario), ventas de mercado interno y logística (transporte e insumos) y una persona encargada de la parte técnica del viñedo y la bodega, y la parte comercial de mercado externo (gerencia general-ingeniero industrial). También se cuenta con una persona destinada a los análisis de laboratorio. Además se cuenta con personal temporario en épocas de mayor producción para la realización de labores de viñedo (desbrote, deshoje y cosecha)

La certificación orgánica para los vinos se las provee ARGENCERT, el procedimiento se compone de un sistema registral, en donde se mantiene la trazabilidad del producto, desde la materia prima hasta el embotellado. Las inspecciones se realizan por lo general dos veces por año.

El predio (imagen 4) tiene una superficie de 14 hectáreas, de las cuales 9 están cultivadas con vid. Las variedades cultivadas son: Malbec (espaldero), Cabernet Sauvignon (espaldero), Bonarda (parral) y Syrah (parral). No hay producción de variedades blancas. Antiguamente la finca estaba dispuesta como cuadros de parral. Plantados en el año 1970, época en donde se buscaba mucho volumen y no calidad de la uva, por lo que no había pureza varietal, las plantas no estaban sanas, etc. Lo que se hizo fue seleccionar las parcelas que le servían a la empresa para el vino que producen y el resto se erradicó. Incluso se intentó conservar la estructura de parral en algunos cuadros, donde a partir de la estructura ya instalada se eliminaron las plantas en mal estado y se reemplazaron. Sin embargo, la estructura de parral es cara si se desea producir entre 90-150 quintales/ha, además trae problemas aparejados como la dificultad de mecanización; ya que hay que realizar las labores manualmente al no poder ingresar con tractor. Por lo que se cuenta con un cuadro donde se replantó totalmente, un cuadro donde se conservó el cultivo de Syrah en parral, y un cuadro donde se injertó con Bonarda en parral, y luego se amurónó todo. Un cuadro original de Bonarda, un cuadro se Syrah que se replantó completamente pero se mantuvo la estructura, un cuadro donde existe una mezcla entre plantado y original (Syrah y Bonarda) y un cuadro donde se injerto con variedades propias y luego se amurónó, y un cuadro en espaldero de Malbec y Cabernet que se injertó con Malbec. Existe un cuadro donde se sacó la vid, y al no disponer la empresa con recursos necesarios para cultivar (20.000 USD /ha), se alquila a un tercero que realiza la producción de ajo con manejo convencional. La certificación orgánica requiere que al convivir con parcelas no orgánicas (como el ajo) y rodeado de viñedos no orgánicos, se posea de una zona buffer (20 metros aproximadamente) entre el cultivo orgánico y el cultivo no orgánico para que no haya contaminación.



**Figura 1** Representación del flujo de energía dentro del agroecosistema

El manejo de la canopia es bastante similar al manejo convencional con la diferencia de las enfermedades, fertilización y plagas son trabajadas de manera distinta, se utiliza sistema de cuádruple guyot en los parrales, doble guyot en los espalderos de Malbec y sistema de cordón pitoneado en los cuadros con Cabernet. Los postes son de algarrobo. Además, se hacen deshojes en noviembre-diciembre.

En cuanto a los ingresos de energía en sus distintas formas (fig 1) Se utiliza azufre mojable y cobre de manera preventiva para el control de plagas y enfermedades. La empresa utiliza únicamente Caldo bordelés debido a los buenos resultados obtenidos. Se aplica en menor concentración en las primeras curaciones, y luego en las concentraciones normales. En el año 2018 se han realizado tratamientos antifúngicos con caldo bordelés. Para el control de *Lobesia botrana*, se utiliza *bacillus*. La defensa contra heladas de tipo pasiva (suelo limpio y bien regado) implementada permitió obtener muy buenos rendimientos, manteniendo en buen estado el cultivo.

Con respecto a la fertilización se aplica guano de cabra (7.500 kg/ha año). El momento de aplicación es en el mes de junio, debido al tiempo que requiere su mineralización. Fuera de la época de heladas, el suelo se intenta mantener con cobertura, ya sea espontánea (durante el verano) o sembrada (en invierno). Los abonos verdes utilizados son Vicia para la fijación de nitrógeno y Centeno (rechazo de nematodos) ambas especies contribuyen al aporte de materia orgánica. Esto se realiza todos los años, camellón por medio, y en el camellón que queda libre se realizan las labores profundas una vez al año (pasado de rastra, incorporación del guano, etc.). La zona posee muy buena profundidad de suelo (por lo menos 3 metros) y homogéneo sin presencia de capas compactadas, con un alto porcentaje de retención de humedad y buen drenaje. Con respecto al riego, se carga mucho el perfil en primavera (se llena de agua) en agosto principalmente, para que haya una buena brotación. Por último, se continúa regando hasta el cuaje y grano de arveja (diciembre aprox). Se vuelve a regar postcosecha. El sistema de riego es por surcos y el agua es obtenida por medio de una bomba eléctrica desde la napa.

### 3.1.1. Uso de energía en el sistema

La energía ingresada en el sistema del caso 1, es mayoritariamente indirecta (83%) (Tabla N°1) y es la energía asociada a la estructura necesaria para el viñedo, representada por los postes de algarrobo (*Prosopis sp.*) y *Eucalyptus*. La energía eléctrica necesaria para el riego y el combustible utilizado en maquinarias durante todo el periodo representan la segunda y tercera entrada en orden de dimensión, representando las tres juntas más de dos tercios de la energía auxiliar del sistema. La fertilización que en el caso 1 son aplicaciones de guano de cabra, es la mayor entrada de energía directa al sistema (cerca del 15%) y dentro de este aspecto, representa más del 80%. El resto de los ingresos son menores al 5% cada uno.

Caso N°1: distribución del uso de energía

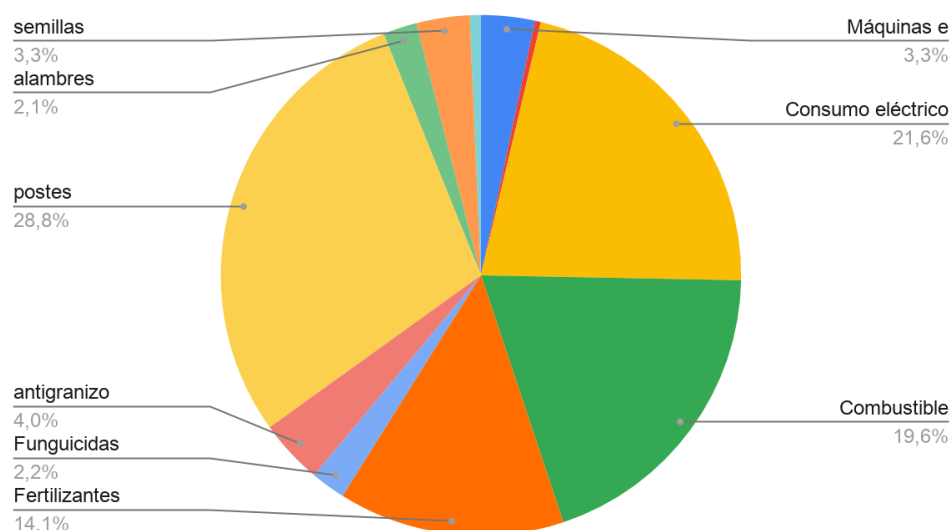


Gráfico 1: distribución del uso de energía en el Caso N°1

	C1	%
<b>Maquinarias e implementos</b>	954,4	3,33
<b>Riego</b>	105,26	0,37
<b>Consumo eléctrico</b>	6188	21,58
<b>Malla Antigranizo</b>	1146,56	4,00
<b>Postes</b>	8257	28,80
<b>Alambre</b>	601	2,10
<b>Combustible</b>	5605	19,55
<b>Semillas</b>	948	3,31
<b>Fertilizantes</b>	4025	14,04
<b>Fungicidas</b>	618,3	2,16
<b>Bacillus</b>	24,7	0,09
<b>H.H.</b>	198,2	0,69

Tabla 2: Entradas de energía al sistema del C1 en MJ/ha y porcentaje



C1	
	[MJ/ha
Total	28671,42
Salida	24743,85
<b>Eficiencia</b>	0,86
Balance	-3927,57

**Tabla 3:** Resultados de análisis para el C1

La salida de energía, representada por los 8445 Kg/ha de uva en promedio extraídos del AE, implican 24743,85 MJ/ha; mientras que la entrada total de energía auxiliar al sistema, representada por sus distintas formas implican 28672 MJ/ha. Estos valores obtenidos arrojan un balance negativo, es decir que se invierte más energía de la que se obtiene. El cálculo de la eficiencia resulta en un valor de 0,86, este valor implica que el agroecosistema es ineficiente desde el punto de vista energético, teniendo que invertir 1,16 unidades de energía para obtener una unidad energética de uva vinificable.

### 3.2. Caso 2

La empresa fué fundada por tres inversores. Poseen una finca propia de aproximadamente 15 ha, en la cual está instalada la bodega y un circuito para el turismo, y alrededor de 40 fincas alquiladas distribuidas en el Valle de Uco, Luján de Cuyo y Maipú. Bodega de producción de vinos de alta gama, destinada primordialmente a exportación, y localmente a consumidores de alto poder adquisitivo. Las mayores exportaciones se realizan a EEUU y a Brasil



**Imagen 5:** imagen satelital del C2. Fuente: elaboración propia con Google Earth.

En esta empresa se le compra la uva a distintos productores, los mismos son asesorados por los Ingenieros agrónomos de la empresa, que dispone de un equipo que trabaja en las distintas fincas. En la finca en estudio están abocados tres ingenieros agrónomos, los cuales dividen sus tareas con el manejo de la bodega, y 5 empleados de planta permanente, a los que se suman más durante la época de cosecha. En cuanto a la comercialización, compra de insumos, relaciones con proveedores y otras instituciones, hay un departamento de recursos humanos y relaciones institucionales de la empresa. Se realizan dos reuniones anuales con los productores (previo a cada cosecha) con el objetivo de certificar sustentabilidad y calidad.

El ecosistema está compuesto por 14,5 ha cultivadas principalmente por el **monocultivo de vid**, con variedades *cabernet sauvignon*, *Malbec*, *Merlot* y *Petit Berdot*, *chardonnay*, a veces *Pinot noir*, *Cabernet frank*, *Syrah*. es por esto que no se encuentra una gran diversidad de cultivo productivo comparado con otros ecosistemas. En este, además, se puede encontrar en menor cantidad, las denominadas **malezas** (que son controladas con herbicidas). Verdeos (que se colocan hilera por medio disminuyendo la erosión y también utilizado como abono verde), como *Thinopyrum ponticum* (Agropiro), moa, mijo, *Secale cereale* (centeno), *Bromus unioloides* (cebadilla criolla) . Cercos de nogales (que delimitan parcelas y como cortinas de vientos) y con insectos benéficos y otros exóticos, que son plaga para el cultivo (un ejemplo es la *Lobesia botrana*).

En cuanto al tecnosistema, la empresa contrata la tecnología para hacer mediciones, una vez realizadas, se elaboran mapas en función de la capacidad fotosintética. Con los resultados obtenidos es posible realizar un manejo diferenciado para determinadas zonas del viñedo. Este análisis se realiza principalmente en enero cuando hay una mejor relación canopia-calidad del suelo.

Estado hídrico del suelo: se realizan calicatas de un metro de profundidad para poder evaluar el contenido de agua en profundidad. De esta manera, se toman decisiones de riego de acuerdo a los resultados observados permitiendo realizar un uso más racional del agua de riego.

Respecto de la cobertura vegetal permanente, se utiliza la especie "agropiro" (*Thinopyrum ponticum*) y también "mostacilla" (*Rapistrum sp.*). Aunque es de crecimiento más lento que coberturas realizadas con especies convencionales, esta característica sumada a la homogeneización de la cobertura que se realiza al tratarse de una sola especie, permite reducir las intervenciones de manejo. Esta propiedad disminuye los impactos en el suelo, como la compactación que generan los tractores.

La cobertura se mantiene segada, dejando los restos in-situ, sin extraer el núcleo de raíces, permitiendo que el sistema radicular siga actuando en la modificación de las propiedades del suelo.

Para reducir la compactación del suelo, también se aplica compost y los tractores entran en las parcelas sólo cuando las condiciones son favorables. Mediante el mantenimiento de los bordos, se impiden las acumulaciones salinas.

Tradicionalmente se siembra alfalfa como mejorador de suelo (lucha contra la formación de costras, provee buenos niveles de N, P, K, etc.) Se utiliza también verdeos lo que permite aportar materia orgánica, mejorar la infiltración y para tener "bombas de flores" protegiendo a los enemigos naturales de las plagas de la vid y la microfauna asociada. Se siembra siempre a fin de Septiembre (cuando la competencia por el agua y los nutrientes con la vid es menor), después de la nivelación. Después, el verdeo antiguo se rompe y se incorpora. Los abonos verdes sembrados se obtienen del ACRE dentro del predio.

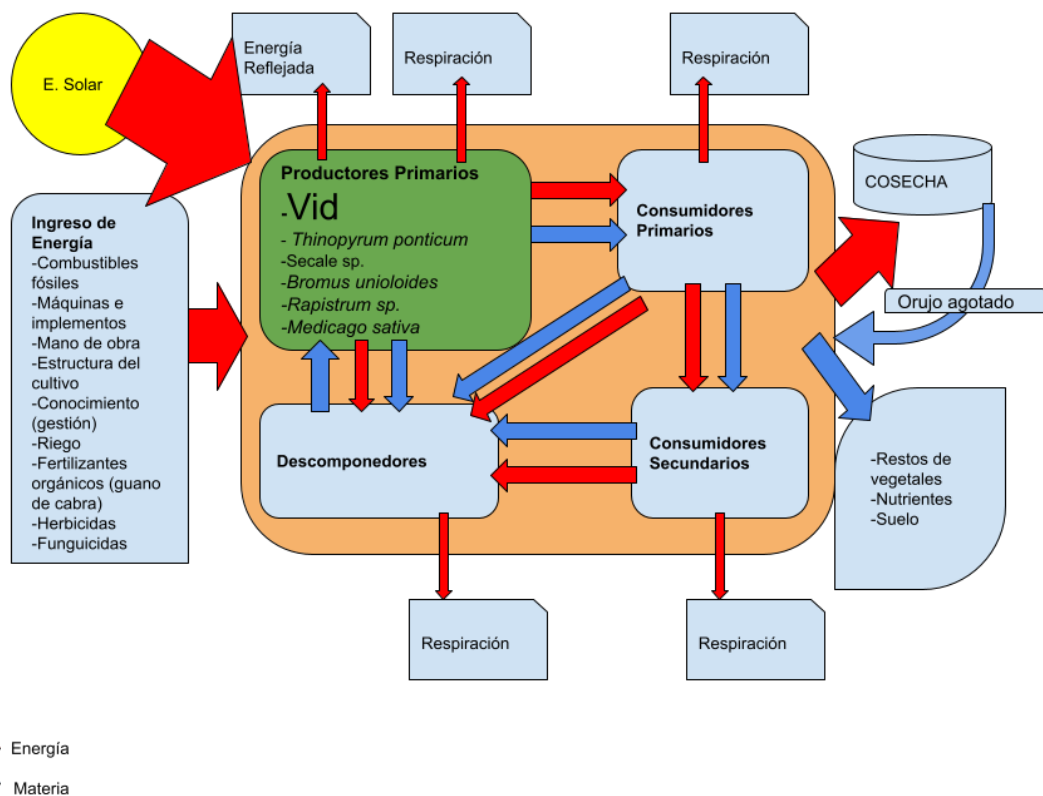
En septiembre también, antes de la floración, se utiliza una segadora que tira el colchón vegetal hacia un lado. Posteriormente, se pasa la rastra de discos dos veces o alternativamente el cincel en profundidad para evitar la compactación del suelo por el tractor.

Como abono, se utiliza guano de cabra (1,2 kg/planta). Así mismo, se incorpora fosfito de potasio o cobre por medio de fertilización foliar. También utilizan compost, hecho en el establecimiento con residuos de la industria vitícola y escobajos que representan 5% del peso del racimo, el mismo regado con aspersores, y removido frecuentemente. El proceso de compostaje se desarrolla desde noviembre hasta enero. La aplicación no puede hacerse en cualquier momento, debido a que las semillas que suelen quedar en el compost atraen a las aves. Respecto a los residuos de poda, se los deja en los surcos para permitir una futura descomposición e incorporación de materia orgánica y de nutrientes al suelo.

Se realiza riego superficial por surcos, y si bien el turnado es cada ochos días, se riega de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo, realizando de esta manera un uso racional de agua para lograr un uso más sustentable de la misma.

Hasta hace unos años la plaga más importante era la “cochinilla blanca”. Sin embargo, actualmente *Lobesia botrana* es la plaga que más estragos produce en el rubro. En la finca es controlada con *Bacillus sp.*

Por el momento en la finca se utilizan herbicidas, aunque también realizan desmalezado con un desorillador (marca Speedo). Se utiliza Roundup (glifosato) aplicándose con mochila localmente en las zonas donde se encuentran una mayor cantidad de malezas. Otro herbicida empleado es Gramoxone durante la brotación.



**Figura 2:** Representación del flujo de energía para el C2



### 3.2.1. Uso de la Energía en el sistema

Caso 2	MJ/ha	%total
Maquinarias e implementos	1527,47	5,29
Combustible	1958,6	6,79
Malla antigranizo	1170,32	4,06
Postes	4453	15,45
Alambre	827	2,87
Semilla	588,41	2,04
Fertilizantes	14490	50,26
Herbicidas	1816	6,30
Fungicidas	1781,2	6,17
Bacillus	24,7	0,09
H.H. (horas hombre)	191	0,66

Tabla 4: Entradas de energía auxiliar al sistema del C1 en MJ/ha y porcentaje

C2	
	[MJ/ha
Total	28827,7
Salida	22985,34
<b>Eficiencia</b>	<b>0,80</b>
Balance	-5842,36

Tabla 5: Eficiencia y balance energético para el C2

### Caso N°2: Distribución del uso de energía

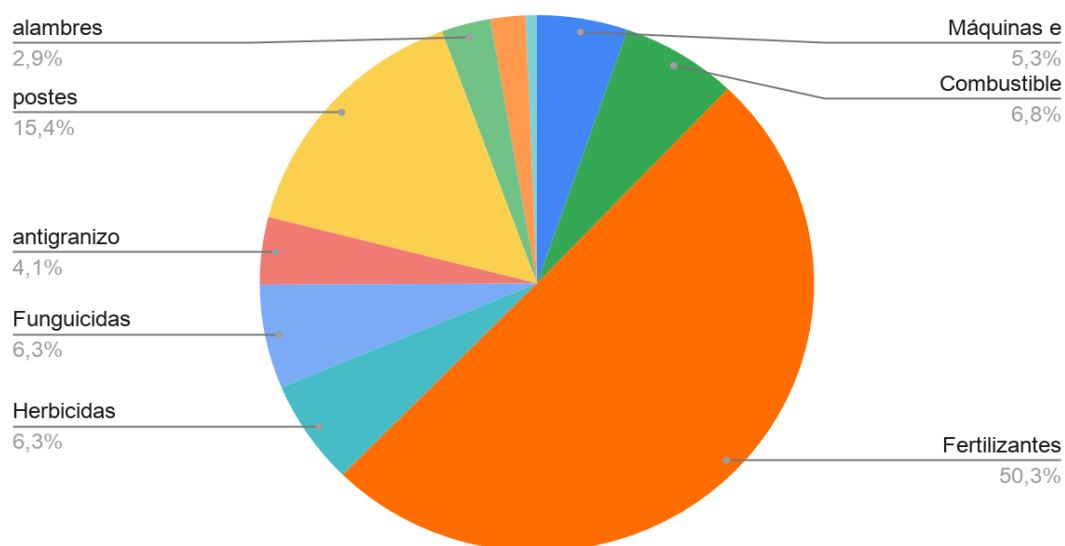


Gráfico 2: distribución del uso de energía en el Caso N°2

En el Caso N° 2, los aportes de energía auxiliar correspondientes a los aportes biológicos de compost son el 50% del total de la energía auxiliar ingresada, notando lo altamente dependiente de la fertilización que resulta el sistema.

Los postes representan la segunda entrada en orden de magnitud abarcando el 15,4% de la entrada total, y el 35%. El resto de los ingresos son menores al 10% cada uno.

El balance energético al considerar todas las entradas directa e indirectas por hectárea respecto de los 7845 Kg producidos por ha, muestra un valor de -5842 MJ/ha y una eficiencia de 0,80 lo que implica que el sistema es ineficiente al invertir más energía de la que se obtiene con el cultivo (1,25 MJ/ha invertido por MJ/ha obtenido)

### 3.3. Caso 3

El tercer caso corresponde a las hectáreas circundantes a una bodega en Luján de Cuyo que produce espumantes principalmente (70%) con uva comprada a distintos productores seleccionados. Es una empresa internacional perteneciente a un conglomerado multinacional de marcas de lujo. Todas las decisiones y manejos corresponden a una lógica empresarial fuerte, hay oficinas y gerenciamientos en: recursos humanos, relaciones institucionales, ventas nacionales, ventas internacionales, gerencia general, marketing y finanzas (con sede en Bs. As.), desarrollo, compras. La empresa certifica normas ISO-14001, e ISO-22000, pero como empresa en su totalidad, es decir, todas las sedes en el mundo, y si bien posee la certificación, nunca ha sido auditada la bodega de Luján de Cuyo. El viñedo es manejado por un equipo de cinco ingenieros agrónomos pertenecientes a una oficina técnica, además intervienen hasta 40 personas del personal de planta en el mantenimiento del espacio. Cabe mencionar que muchas tareas son pertenecientes a distintos equipos (personal de limpieza, mantenimiento, espacios verdes, finca, bodega, taller, depósito, compras)

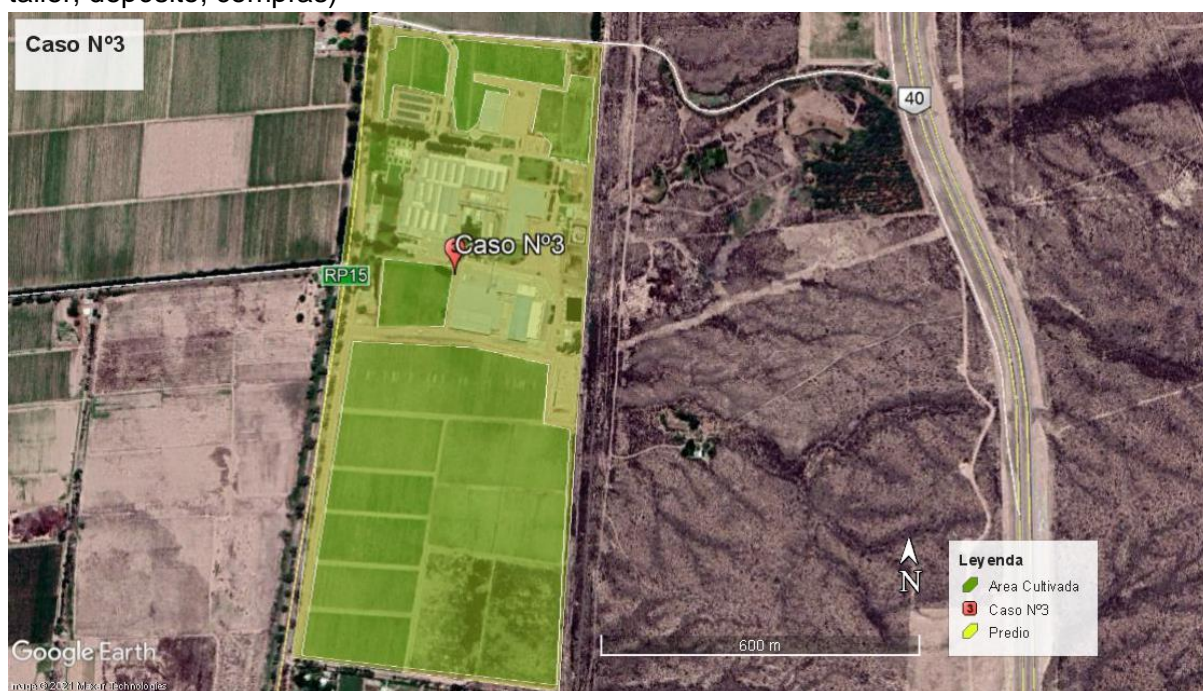


Imagen 6: imagen satelital del C3. Fuente: elaboración propia con Google Earth.

El viñedo circundante a la bodega, tiene en su mayor parte implantación de malbec, usado para bases (14,5ha), luego chardonnay (6ha), pinot noir (6ha) y pinot meunier (4,5ha). obteniéndose alrededor de 3150 qq de uva por año.

Utilizan para todas las variedades el sistema de espaldero alto, con poda tipo cordón bilateral y guyot, se utilizan 630 postes/ha de eucalipto tratado considerándolo una vida útil de 30 años. Dependiendo de la planta. Destinan, según los registros aproximadamente 64 horas hombre por hectárea para las tareas de poda y conducción. En la época de cosecha se destinan 120 horas hombre por hectárea para tal tarea.

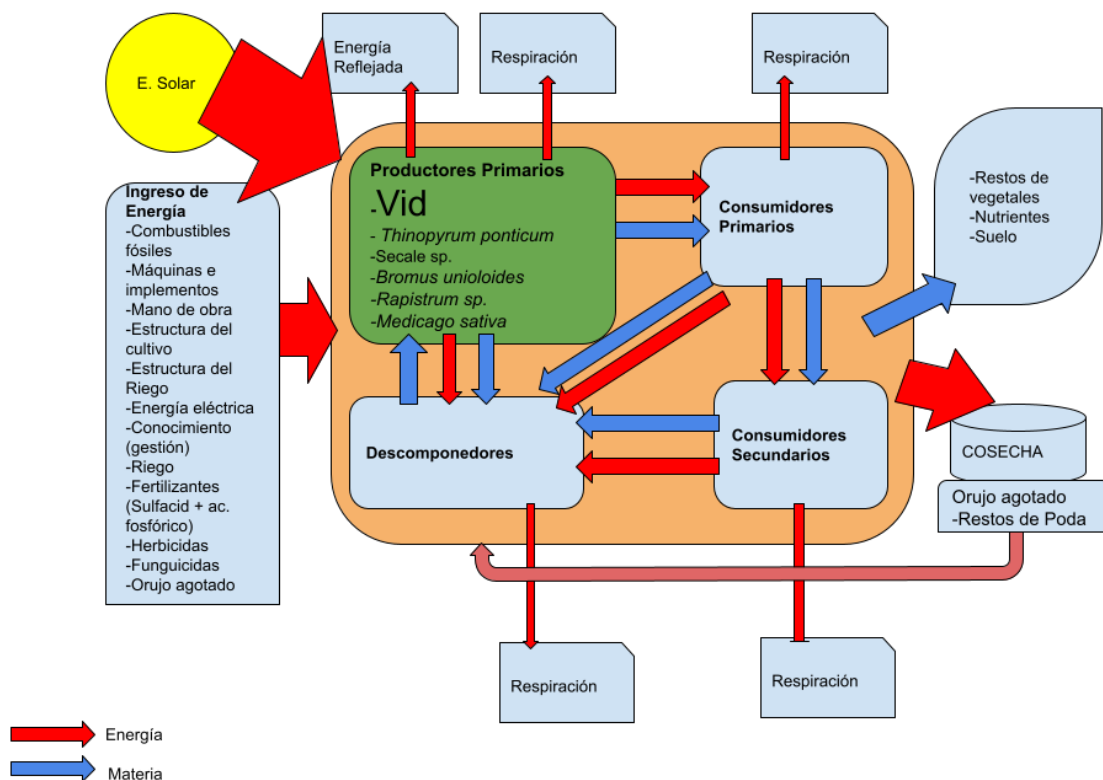
El riego en el viñedo es por goteo y el agua extraída de pozo por medio de una bomba de 80m<sup>3</sup>/hs. y depositada en un reservorio de 1500m<sup>3</sup>. Las mangueras son de 4 L/h y hay aproximadamente 160.000 m de manguera instalados,

Se usan, por lo pronto, 4L de glifosato por ha, aplicados con una pulverizadora de 400 L en la época primavera-verano. Hay una directiva de eliminar el uso de herbicidas en un periodo de 2 años.

Como fungicidas, se utiliza caldo bordelés y aplicaciones de azufre (7 y 3 kg/ha respectivamente) durante el envero. También se aplican dosis de Mancozeb, Systhane (durante el brote, 20 cm aprox.) y Amistar top (en floración). Las aplicaciones se hacen con una pulverizadora de 1500L

Como fertilizantes se aplica Sulfacid (15 L/ha) y ácido fosfórico (30 L/ha). Y como principal entrada se aplican por hectárea 10 Tn de orujo agotado proveniente de la bodega, de los cuales, 3Tn son producto de la finca en cuestión.

Las pulverizadoras y demás implementos son tirados por dos tractores a disposición del establecimiento, un Massey Fergusson 1475 del 2015 y un Deutz 6,65 modelo 2000, cuyos consumos rondan los 20 y 15 L/día respectivamente. Tienen un uso de unas 1000 hs. anuales c/u.



**Figura 3:** Representación del flujo de energía para el caso 3.

### 3.3.1. Uso de la Energía en el sistema

En el caso 3 la energía de la fertilización con orujo representa el 59,3% del total (tabla 6); representando la mayor entrada de energía al sistema . La segunda entrada en orden de magnitud es la correspondiente a la energía eléctrica (13,9% del ingreso total), siendo ésta una fundamental para que pueda regarse la superficie haciendo un uso eficiente del recurso hídrico. La entrada correspondiente a los postes, es la tercera en orden de magnitud (10,5%), mostrando la importancia de la energía necesaria para la estructura del viñedo. Por último, el combustible representa la cuarta entrada en orden de magnitud con un 6% de total ingresado; el resto de los ingresos son menores al 5%

Caso N°3: Distribución del uso de energía

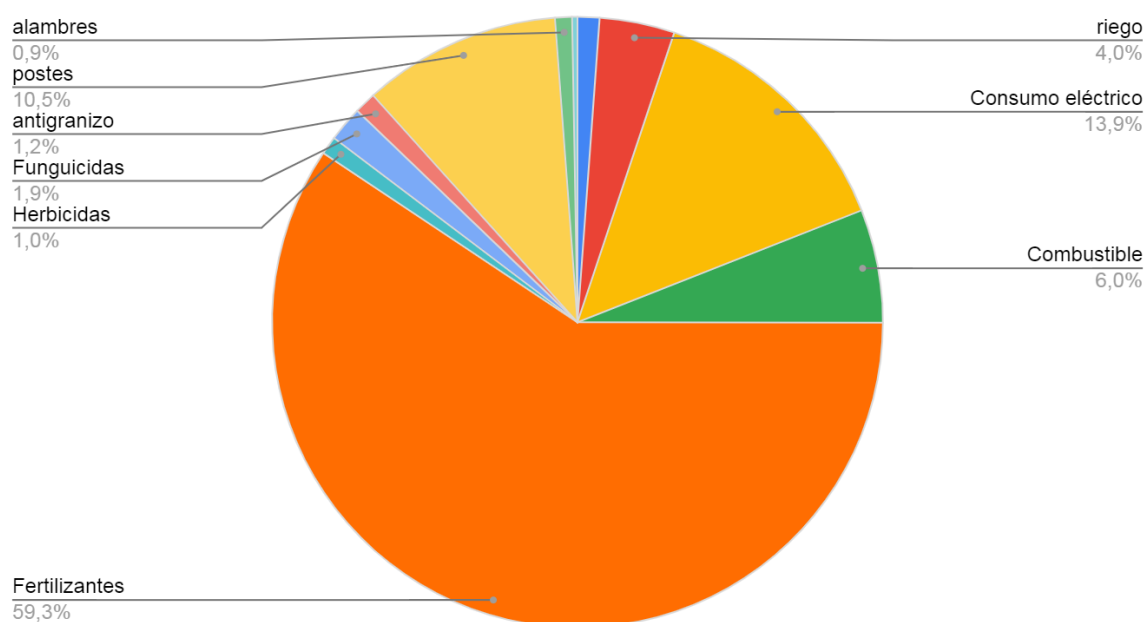


Gráfico 3: distribución del uso de energía en el C3.

	C3	%
<b>Maquinarias e implementos</b>	785,7	1,16
<b>Riego</b>	2703	3,98
<b>Consumo eléctrico</b>	9442	13,89
<b>Malla Antigranizo</b>	786,2	1,16
<b>Postes</b>	7133	10,49
<b>Alambre</b>	601	0,88
<b>Combustible</b>	4074	5,99
<b>Fertilizantes</b>	40321,41	59,32
<b>Herbicidas</b>	654	0,96
<b>Funguicidas</b>	1272,3	1,86
<b>H.H.</b>	196	0,29

Tabla 6: Entradas de energía auxiliar al sistema del C3 en MJ/ha y porcentaje.

Los 3115 qq de uva producidos, representan en promedio 29924,41 MJ/ha de salida de energía del sistema (tabla 7), siendo este el establecimiento con mayor rendimiento por Ha. mientras que la suma de las entradas de energía representan 67968,61 MJ/ha y un balance negativo de -38044,2 MJ/ha. Estos valores representan una eficiencia de 0,44. Este resultado muestra que el sistema está funcionando de forma ineficiente al tener que invertir 2,27 unidades de energía para obtener una.

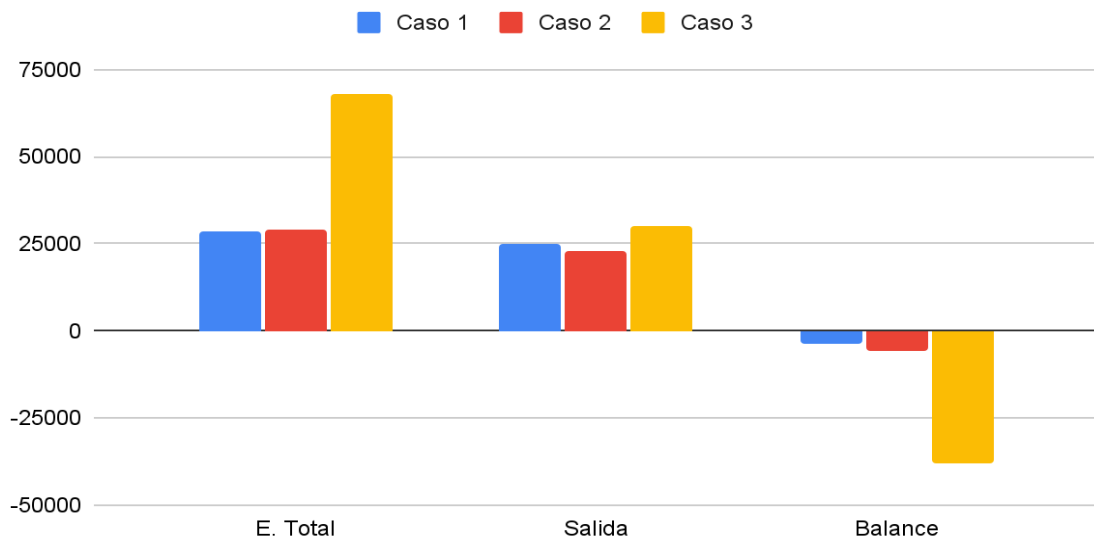
C3	
	[MJ/ha]
Total	67968,61
Salida	29924,41
<b>Eficiencia</b>	0,44
Balance	-38044,20

**Tabla 7:** Eficiencia y balance energético para el C3.

### 3.4. Resumen de los 3 casos

En la Tabla 8 se presenta el resumen de los 3 casos. Se hace notable que el C3 es el que mayor rendimiento por ha produce, pero resulta el caso más ineficiente de los tres, el gráfico 4 muestra, en comparación las entradas y salidas de los tres casos estudiados, el ingreso de energía total del C3 es casi el doble que los otros dos, no obstante, su rendimiento, si bien es superior, no es proporcional. Los C2 y C3 registran salidas casi iguales de energía respecto de los distintos manejos que muestran en cuanto a sus entradas de energía

**Gráfico N°4:** Entradas y Salida en MJ/ha



**Gráfico 4:** Entradas de Energía directa e indirecta y salidas para los tres casos

	C1		C2		C3	
	MJ/ha	%	MJ/ha	%	MJ/ha	%
<b>Maquinarias e implementos</b>						
segadora	26,8	0,09	29,54	0,10	-	-
rastra	42	0,15	-	-	-	-
tractor	885,6	3,09	1436,72	4,98	703,7	1,04
pulverizadora	-	-	61,21	0,21	82	0,12
<b>Riego</b>	105,26	0,37	-	-	2703	3,98
<b>Consumo eléctrico</b>	6188	21,58	-	0,00	9442	13,89
<b>Malla Antigranizo</b>	1146,56	4,00	1170,32	4,06	786,2	1,16
<b>Postes</b>	8257	28,80	4453	15,45	7133	10,49
<b>Alambre</b>	601	2,10	827	2,87	601	0,88
<b>Combustible</b>	5605	19,55	1958,6	6,79	4074	5,99
<b>Semillas</b>	948	3,31	588,41	2,04	-	-
<b>Fertilizantes</b>						
guano	4025	14,04	14490	50,26	-	-
compost	-	-	-	-	-	-
Orujo	-	-	-	-	39690	58,39
Sulfacid	-	-	-	-	298,5	0,44
Ac. fosfórico	-	-	-	-	332,91	0,49
<b>Herbicidas (glifosato)</b>	-	-	1816	6,30	654	0,96
<b>Fungicidas</b>						
Caldo bordelés	616	2,15	1408	4,88	1232	1,81
Azufre mojable	2,3	0,01	-	-	3,3	0,00
Amistar top	-	-	49,2	0,17	37	0,05
Bellis	-	-	324	1,12	-	-
<b>Bacillus</b>	24,7	0,09	24,7	0,09	-	-
<b>H.H.</b>	198,2	0,69	191	0,66	196	0,29
<b>Total</b>	<b>28672,42</b>	<b>100</b>	<b>28827,7</b>	<b>100</b>	<b>67968,61</b>	<b>100</b>
Salida	24743,85		22985,34		29924,41	
<b>Eficiencia</b>	<b>0,86</b>		<b>0,80</b>		<b>0,44</b>	

**Tabla 8:** Entradas detalladas de energía por caso estudiado

## 4. Discusión.

Los resultados que este estudio obtiene, se condicen con lo expuesto en otras investigaciones (Guzmán, 2008; Iermanó y Sarandón 2009, entre otros) cuando afirman que un mayor ingreso de energía no se ve reflejado **proporcionalmente** en un aumento de rendimiento. El ejemplo del C3 ilustra tal situación al ser la finca con mayor producción en Kg (y por lo tanto MJ) por hectárea, aprox un 15% más que los otros dos casos, pero al mismo tiempo ingresa al sistema más del doble de energía total (tabla 8), transformándolo en el menos eficiente de los tres. Como contracara de esa situación está C1 con el menor ingreso de energía de los tres y una salida intermedia, resultando por lo tanto el más eficiente de los tres, **apoyando estos resultados a la hipótesis planteada**. Aunque es importante mencionar que en este tipo de cultivos no es precisamente grandes producciones en cantidad lo que se persigue tanto como ciertas características del fruto.

Del análisis y la comparación de los casos se desprende que los manejos técnicos planteados no difieren demasiado entre el orgánico y los considerados convencionales. Básicamente porque los tres agroecosistemas son monocultivos de vid y presentan una **alta dependencia de insumos externos** como patrón general en los tres casos (tabla 8). En cuanto a identificar **aspectos críticos** de consumo energético dentro del sistema:

La **fertilización** es un aspecto crítico al presentarse como la **principal entrada de energía en dos de los casos**. Este aspecto es interesante de discutir; debido a que si se abordase desde el punto de vista de análisis de algunos trabajos consultados (Alluvione, 2011; Abbona, 2007) en los que sólo se consideran las entradas de fuentes fósiles, los resultados finales variarían sustancialmente. En cambio, cuando son contabilizadas **las entradas de fuentes que suelen considerarse renovables**, que si bien son subproductos, hubo una energía que fue invertida para obtenerlos, **resultan ser las de mayor importancia en los sistemas**. como el ejemplo de las entradas indirectas, tanto en forma de fertilizantes como de postes. Desde lo económico la fertilización orgánica no representa un gasto mayor para los productores. Si se hace referencia al orujo, este es un subproducto de la bodega que las empresas deben gestionar, y por lo tanto su compostaje y uso in situ representa una excelente alternativa. Pero analizado como entrada de energía al sistema, sólo una porción es producida por el mismo AE, el resto es una salida de las otras fincas que proveen a la bodega y que terminan representando una entrada externa a los sistemas estudiados. De la misma forma sucede con el guano de cabra usado en C1, es una fertilización de bajo costo económico, pero energéticamente es de importancia. Estos ecosistemas resultan entonces **altamente demandantes de energía** y no pueden considerarse sustentables bajo este abordaje, ya que requieren de un constante aporte que es extraído de otros puntos ajenos a los estudiados. Por otro lado, varios autores han demostrado que la fertilización, sea orgánica o mineral, siempre es uno de los rubros que mayor consumo de energía representa, ya que es necesaria para mantener el stock de nutrientes en el suelo.

Otro **punto crítico** de consumo en los agroecosistemas es la **estructura de sostén**, en especial los **postes**, que representan la mayor proporción de la misma (estructura), además de los alambres y la malla antigranizo en los casos en los que está. Este es un valor que dependiendo de los materiales y los planteos, tiene sus variaciones por Ha. Para el C1, que es el caso que invierte mayor proporción de energía indirecta en el sistema, los postes de madera representaron casi el 30% del total ingresado. Para el C3 el valor de energía ingresado que representan los postes, no varía mucho respecto de C1, pero debido a que



demanda mayor cantidad de energía en forma de fertilización, representa una proporción menor (alrededor del 10% , ver tabla 8). El C2 a diferencia de los otros dos, utiliza postes metálicos, que por ser más livianos que los de madera, representan una entrada en MJ/Ha menor.( aproximadamente la mitad). Este resulta un punto que refuerza la idea de contabilizar el total de energía y no solo los ingresos de fuente fósil únicamente en los análisis energéticos, ya que el mismo ítem puede presentarse de dos fuentes distintas. Se tendería a pensar que utilizar energía de fuentes renovables es una práctica eficiente, pero se da que los postes metálicos por sus características, como mayor vida útil y menor peso representan una entrada de menor magnitud.(en MJ/Ha) que sus pares de madera, siendo así los postes de metal una alternativa más eficiente. Como la estructura de los viñedos en sí varía poco entre los agroecosistemas puede llegar a entenderse como un valor casi constante por hectárea al pensar en postes, alambrado y protección antigranizo, y éste puede ser un aspecto a tener en cuenta para eficientizar el uso de energía en los viñedos. Pensar en futuros viñedos disposiciones que usen la menor cantidad de material posible y pensar en la huella energética de tales materiales buscando alternativas que disminuyan el requerimiento en este aspecto. Cabe destacar que los tres casos estudiados tienen una pequeña porción de su superficie con protección antigranizo, y que el valor en MJ asociado fue prorrateado en el total de la superficie (para poder ser contabilizado). La entrada correspondiente a la malla es un factor importante mientras mayor sea la superficie protegida.

El **consumo eléctrico** es, en los casos donde existe, uno de los consumos principales de energía indirecta en los sistemas comprendiendo entre el 15 y el 20% de la energía total ingresada. Este es un aspecto interesante para futuras evaluaciones. En zonas de escasas precipitaciones, sumado a un contexto de evidente cambio climático es fundamental racionalizar y hacer un uso eficiente del recurso hídrico. También es fundamental para la sustentabilidad de los sistemas que el uso del recurso energético sea eficiente. Por lo tanto el riego se presenta como un punto crítico para las evaluaciones de sustentabilidad de los AE. El riego es fundamental para este tipo de cultivos y cada vez será de mayor importancia tener en cuenta la relación eficiencia de riego- eficiencia energética de los viñedos.

Esta tesina, en contraste con los trabajos de Abbona (2007) referidos a viñedos tradicionales y el de Santoni et al. (2015), encuentra que los casos estudiados resultaron ineficientes bajo este abordaje de análisis planteado. Debido a que en el trabajo de Santoni et al. (2015) no están especificadas las entradas, se dificulta determinar dónde residen las diferencias que concluyen en lo disímil de los resultados, cuando en líneas generales deberían ser similares. Se presume que en el trabajo citado, deben haber quedado afuera del cómputo las entradas correspondientes a la estructura del viñedo, además de la energía asociada a la fabricación de maquinarias (que explícitamente no cuenta) y tampoco se especifica si la fertilización orgánica es tenida en cuenta. Ambos ítems, estructura y fertilización, son de las principales entradas en los sistemas. En el trabajo de Abbona (2007), se especifica que sólo se tienen en cuenta las entradas de fuentes no renovables, aunque es otro tipo de viñedo y los resultados no son comparables como con el de Santoni et al. (2015).

En cuanto al cumplimiento del objetivo planteado de caracterizar multidimensionalmente los casos, los establecimientos fueron visitados en varias ocasiones pudiendo tener una noción amplia de los mismos, encontrando que si bien en general los tres casos son bastante similares en cuanto a la calidad del producto buscado y el destino comercial que tienen, y pertenecen a la misma tipificación social agraria (característica deseada a fin de minimizar las diferencias que no sean las de manejo propiamente dicho) existen marcadas diferencias



en cuanto a la cantidad producida, accesibilidad a créditos, cantidad de personal avocado a cada tarea, clientela fija, etc. Encontrándose entonces como una limitación del presente trabajo no ahondar en mayor cantidad de casos que pudiesen minimizar aún más estas diferencias.

Los casos fueron analizados tomando la posición de la **sustentabilidad fuerte**, considerando que existe poca elasticidad entre el capital natural y el artificial. De las entrevistas y la caracterización se desprende también que los tres establecimientos se consideran a sí mismos sustentables, o bien tendientes a la sustentabilidad, basados en las prácticas llevadas a cabo que tienden a disminuir insumos, o a reutilizar partes del proceso total, como el compostaje de orujo agotado, los cultivos interfilares, abonos verdes, etc. y también basados en compromisos empresariales, que suelen ser requisitos para acceder a algunos mercados.

Pero cabe mencionar que no disponen ningún indicador establecido en ninguno de los tres casos para poder estimar la sustentabilidad, y que del análisis realizado se desprende que parte de la idea de sustentabilidad que manejan y aplican es sinónimo de mantenimiento de stock total de capital y admite la sustitución entre el capital natural y el manufacturado (por ejemplo la incorporación de fertilizantes en lugar de procesos biológicos nativos del agroecosistema) siempre y cuando el stock de recursos no sea agotado por debajo de un mínimo crítico y/o no se involucren irreversibilidades, ideas relacionadas al concepto de sustentabilidad débil. Se presenta como alternativa entonces, trabajar para que los productores transicionen hacia una sustentabilidad fuerte, no solo desde lo discursivo sino en sus prácticas productivas también.

## 5. Conclusiones.

Los resultados de este estudio, muestran que bajo esta forma de análisis, los tres sistemas son ineficientes desde el punto de vista energético. Se muestran como altamente demandantes de energía. Entre los casos estudiados puede notarse que el mayor aporte de energía externa no se traduce en mayor rendimiento, y que las prácticas que requieren o importan menor cantidad de insumos al sistema resultan menos ineficientes. Por otra parte, se considera también que debería extenderse el estudio a una mayor cantidad de establecimientos para poder correlacionar los insumos y prácticas con los valores de eficiencia en el uso de energía.

Se encontró que contabilizar las entradas tanto de fuentes renovables como no renovables es fundamental para tener una noción más cercana a la realidad del consumo energético de los establecimientos. Estos utilizan una gran cantidad de insumos provenientes de fuentes renovables que no suelen ser tenidos en cuenta a pesar de representar la mayor proporción de energía ingresada a los sistemas.

De los puntos críticos encontrados generales a los AE estudiados la fertilización orgánica (guano) representa la entrada de mayor proporción en los sistemas, en lo referido a las entradas directas, identificando entonces un punto crítico a tener en cuenta en los manejos técnicos. La materia prima para este tipo de fertilización orgánica proviene como un subproducto de la vinificación en bodega (orujo), pero la cantidad inicial no es producida sólo por la finca en cuestión, sino que proviene de otros establecimientos que exportarían esta energía a los AE estudiados. Para evaluar la sustentabilidad de este producto (los fertilizantes orgánicos) sería conveniente extender este tipo de estudios a las fincas de las que proviene el material original.

Respecto de la estructura, en los tres casos puede observarse que la entrada correspondiente a los postes es una de las de mayor orden, identificándose como un punto crítico en los AE evaluados y un aspecto importante en los AE vitícolas. Evaluar, para futuros planteos y para recambios, las disposiciones espaciales de los mismos y los materiales de los que están hechos puede representar mejoras en los los manejos que redunden en una mayor eficiencia energética.

El riego que efficientiza el uso del recurso hídrico es una práctica recomendable para los productores, en especial teniendo en cuenta el contexto de constante escasez de la provincia, pero tales prácticas implican un aumento del consumo eléctrico en los sistemas y por lo tanto mayor ingreso de energía. Por lo tanto el riego se considera como un factor crítico ya no sólo por el consumo del agua propiamente dicha, sino también por el consumo energético asociado. Se concluye que los diseños de los riegos para maximizar eficiencia (elección de materiales y disposición), y su mantenimiento para garantizar buen funcionamiento son un eje fundamental para la sustentabilidad de estos demandantes sistemas.

Por último, este trabajo identifica que una transición hacia la sustentabilidad fuerte de las empresas en lo que hace a las prácticas de manejo agronómico, es identificada como positiva de parte de las mismas y es un aspecto cada vez más factible al profundizar en la complejidad del funcionamiento de los Agroecosistemas.

## 6. Bibliografía

- ABBONA, E; SARANDÓN ,S.; MARASAS, M. (2007): “Análisis de eficiencia energética en viñedos tradicionales de Berisso, Argentina” Resúmen del Segundo congreso Brasileiro de Agroecología. Vol 2. n.1 feb 2007 pp. 1449-1452
- ARROYO, M. (1990). Sobre el Concepto de Estructura Agraria, Revista Geográfica, No. 112 (JULIO-DICIEMBRE 1990), pp. 141-152. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/40992622>
- BLANDI, M.; GARGOLOFF, N.; SARANDÓN, S.J. (2009). Análisis de la Sustentabilidad de la Producción Hortícola Bajo Invernáculo en la Zona de la Plata, Argentina. Revista Brasileira de Agroecología. Noviembre. 2009 Vol. 4 No. 2. Pág. 1635-1638
- CABRERA, A.L. (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. Acme, Buenos Aires. 85 pp. En: Kugler WF (Ed) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2º edición. Acme. Buenos Aires, Argentina. Fascículo 1. pp. 1-85. Reeditado sin cambios en: Cabrera, AL (1994). Regiones fitogeográficas argentinas. En: Kugler WF (Ed) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2º edición. Acme. Buenos Aires, Argentina. Fascículo 1. pp. 1-85
- CAPALBO, L. (2004). Desarrollo: del dominio material al dominio de las ilimitadas potencialidades humanas. Boletín Unid@s Publicación de Fundación UNIDAS. Año 1 Número 4. Junio 2004. [http://pensamientocomplejo.org/docs/files/capalbo01\\_0803.pdf](http://pensamientocomplejo.org/docs/files/capalbo01_0803.pdf)
- DALY HE & D GALLO. (1995). Significado, conceptualización y procedimientos operativos del desarrollo sostenible: posibilidades de aplicación a la agricultura. En: “Agricultura y desarrollo sostenible”- A. Cadenas Marín (ed). Serie Estudios. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica.
- DELLEPIANE, A.; SARANDÓN, S.J. (2008). Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. Revista Brasileira de Agroecología, 3(3): 67-78 - (2008). ISSN: 1980-9735.
- SARANDÓN S.J. (2002). Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad de diferentes alternativas productivas en los humedales de la laguna Merín, Uruguay. En Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable, (Sarandón SJ, ed.) Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 22:431-448.
- FERREIRA, T., FERREIRA, S., BARBOSA, J., VOLPATO, C., FERREIRA, R., SILVA, M., BARBOSA, L.. (2018). Energy balance of irrigated maize silage. Ciência Rural, 48(5), e20170625. Epub May 10, 2018. [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782018000500351&lng=en&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782018000500351&lng=en&tlng=en)
- FLORES, C.; SARANDÓN, S.J.; VICENTE, L. (2007). Evaluación de la sustentabilidad en sistemas hortícolas familiares del partido de la plata, argentina, a través del uso de indicadores. Revista Brasileira de Agroecología, v.2, n.1, febrero 2007. Pág. 180-184
- GARGOLOFF, N. (2018). Manejo, conocimiento y valoración de la agrobiodiversidad en fincas familiares de la plata. Su relación con un manejo sustentable de los agroecosistemas. Tesis doctoral en Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 297 páginas
- FLORES C. (2011): “ Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícolas familiares del partido de La Plata.”. Tesis Doctoral. Cap. 2: Desarrollo sustentable; génesis y corrientes de pensamiento” Universidad Nacional de La Plata
- FLORES C.; SARANDÓN S. (2014). “La energía en los agroecosistemas”. En: SJ Sarandón & CC Flores (ed.) Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de

- agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 7: 190-210. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- GLIESSMAN S.R. (2002). "Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible." Turrialba, Costa Rica. Disponible en: <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf>.
- GOMIERO, T.; PIMENTEL, D.; PAOLETTI, M. (2011). "Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture". *Critical Reviews in Plant Sciences*. 30. 95-124. 10.1080/07352689.2011.554355. [https://www.researchgate.net/publication/255978998\\_Environmental\\_Impact\\_of\\_Different\\_Agricultural\\_Management\\_Practices\\_Conventional\\_vs\\_Organic\\_Agriculture/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/255978998_Environmental_Impact_of_Different_Agricultural_Management_Practices_Conventional_vs_Organic_Agriculture/citation/download)
- GUZMÁN CASADO G, GONZÁLEZ DE MOLINA M; SEVILLA GUZMÁN E. (2000). "Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible" [https://www.jstor.org/stable/40184357?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/40184357?seq=1#page_scan_tab_contents)
- GUZMÁN, G.I., ALONSO, A.M.(2008), "A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain", *Agricultural Systems*. Elsevier, vol. 98(3), pages 167-176, October 2008. doi:10.1016/j.agsy.2008.06.004
- IERMANÓ M.J.(2015). "Sistemas Mixtos Familiares de Agricultura y Ganadería pastoril de la región pampeana: Eficiencia en el uso de Energía y Rol Funcional de la Agrobiodiversidad" Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata
- IERMANÓ M.J. SARANDÓN S. (2010). Cultivo de soja para la producción de agrocombustibles (biodiesel) en la pampa húmeda: energía invertida en la regulación biótica. XVIII jornadas de jóvenes investigadores. UNL. Grupo Montevideo. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/62874/Documento\\_completo\\_.pdf-PDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/62874/Documento_completo_.pdf-PDFA.pdf?sequence=1)
- IERMANÓ MJ. SARANDÓN S. (2009). Análisis de la demanda de energía en tres cultivos oleaginosos de clima templado, según distintos procesos ecológicos. *Revista Brasileira de Agroecología* 4(2):1738-1741
- INTI (2019): "Densidad de maderas por nombre científico." documento con valores tabulados de descarga online en: <https://www.inti.gob.ar/publicaciones/descargac/365>
- MARGIOTTA, E. Y BENENCIA, R. (1995). Introducción al estudio de la estructura agraria. La perspectiva de la sociología rural. En compendio bibliográfico de la Cátedra de Extensión Rural. Facultad de Cs. Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, 2007.
- MANRIQUE, S.FRANCO, J. NUÑEZ, V. SEGHEZZO, L. (2009) : "Índice de valor combustible de Arbustales naturales y su Potencialidad como cultivos Energéticos). *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 13, 2009. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- MARTÍN, F. (2009). "La modernización tecnológica". En: Capítulo 5-Las configuraciones socioproductivas en la vitivinicultura mendocina. Tesis para optar por el grado de Magister en Estudios Sociales Agrarios. Título: "Las transformaciones recientes en la agricultura de oasis en Mendoza, Argentina. Una aproximación al caso de la reestructuración vitivinícola desde la economía política de la agricultura". Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Maestría en Estudios Sociales Agrarios. Setiembre de 2009. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/277987467\\_Las\\_transformaciones\\_recientes\\_en\\_la\\_agricultura\\_de\\_oasis\\_en\\_Mendoza\\_Argentina\\_Una\\_aproximacion\\_al\\_caso\\_de\\_la\\_reestructuracion\\_vitivinicola\\_desde\\_la\\_economia\\_politica\\_de\\_la\\_agricultura](https://www.researchgate.net/publication/277987467_Las_transformaciones_recientes_en_la_agricultura_de_oasis_en_Mendoza_Argentina_Una_aproximacion_al_caso_de_la_reestructuracion_vitivinicola_desde_la_economia_politica_de_la_agricultura)

- MÜLLER F, HOFFMAN- KROLL R.; WIGGERING H. 2000. Indicating ecosystem integrity- theoretical concepts and environmental requirements. *Ecological Modeling* 130:13- 23. [https://www.researchgate.net/publication/223877492\\_Indicating\\_ecosystem\\_integrity\\_-\\_Theoretical\\_concepts\\_and\\_environmental\\_requirements](https://www.researchgate.net/publication/223877492_Indicating_ecosystem_integrity_-_Theoretical_concepts_and_environmental_requirements)
- OZKAN, B.;KÜRKLÜ, A. AKCAOZ, H.. (2004). "An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: A case study for Antalya region of Turkey." *Biomass and Bioenergy*. 26. 89-95. 10.1016/S0961-9534(03)00080-1. [https://www.researchgate.net/publication/294891965\\_An\\_input-output\\_energy\\_analysis\\_in\\_greenhouse\\_vegetable\\_production\\_A\\_case\\_study\\_for\\_Antalya\\_region\\_of\\_Turkey](https://www.researchgate.net/publication/294891965_An_input-output_energy_analysis_in_greenhouse_vegetable_production_A_case_study_for_Antalya_region_of_Turkey)
- PIERRI, N. (2001).” El proceso histórico y teórico que conduce a la propuesta de desarrollo sustentable. Montevideo, Uruguay. capítulo 2: [http://visitas.reduaz.mx/coleccion\\_desarrollo\\_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad5.pdf](http://visitas.reduaz.mx/coleccion_desarrollo_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad5.pdf)
- PIMENTEL, D., (1992). Energy Inputs in Production Agriculture. In: Fluck, R.C. (Ed.), *Energy in Farm Production Energy in World Agriculture*, vol. 6. Elsevier, Amsterdam, pp. 13–29
- PIMENTEL.D. (2009). Energy Inputs in Food Crop Production in Developing and Developed Nations. *Energies*. 2. 10.3390/en20100001. [https://www.researchgate.net/publication/26575685\\_Energy\\_Inputs\\_in\\_Food\\_Crop\\_Production\\_in\\_Developing\\_and\\_Developed\\_Nations](https://www.researchgate.net/publication/26575685_Energy_Inputs_in_Food_Crop_Production_in_Developing_and_Developed_Nations)
- SACHS, W. 1997. Medio ambiente. En: W. Sachs (ed). *Diccionario del Desarrollo. Una guía del conocimiento como poder*. 2da Edición en castellano. pp 115- 131 <https://www.uv.mx/mie/files/2012/10/SESSION-6-Sachs-Diccionario-Del-Desarrollo.pdf>
- SANTONI L., HIDALGO V.; FILIPPINI M. F., GENNARI A. (2015). Estimación de la huella energética en agroecosistemas cultivados con vid y ajo en Mendoza, Argentina. *MEMORIAS DEL V CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGÍA*. Archivo Digital: descarga y online ISBN 978-950-34-1265 <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/58658>
- SARANDÓN, S.J.; ZULUAGA, M.S.; CIEZA, R.; GÓMEZ, C.; JANJETIC, L. & NEGRETE, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Agroecología*, Vol 1: 19-28. España.
- SARANDÓN, S. J., & FLORES, C. C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, 19-28. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- SEVILLA GUZMÁN E. 2001. La perspectiva sociológica en Agroecología: una sistematización de sus métodos y sus técnicas. Disponible en: [www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3\\_n1/revista\\_agroecologia\\_a\\_no3\\_num1\\_parte06\\_artigo.pdf](http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n1/revista_agroecologia_a_no3_num1_parte06_artigo.pdf)
- SEVILLA GUZMÁN, E. 2011. "Sobre los orígenes de la agroecología en el pensamiento marxista libertario" AGRUCO. Plural editores / CDE / NCCR, 2011 [http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/agruco/20170928051030/pdf\\_551.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/agruco/20170928051030/pdf_551.pdf)
- STUDER, P.M. ET AL. (2016). Propuesta de indicadores de sustentabilidad para tres tipos sociales agrarios vitivinícolas de la 1° zona de Mendoza. Resúmenes de Exposiciones XXIV Jornadas de Investigación. VI Jornadas de Posgrado, compilado por Benito Rafael Pares. ISBN 978-987-575-128-6.
- STUDER, P.M, SARANDÓN, S.J. ET AL. (2018a). Propuesta de Variables para el diseño de Indicadores de evaluación de Sustentabilidad, de 4 empresas vitivinícolas de Luján de

- Cuyo, Mendoza, Argentina. VII Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA, Ecuador. 2-5 de octubre 2018.
- STUDER, P.M, SARANDÓN, S.J. ET AL. (2018b). Variables para el diseño de Indicadores de Evaluación de Sustentabilidad, una propuesta para 4 empresas vitivinícolas de Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. XXV Jornadas de Investigación, UNCuyo. 8-9 de noviembre 2018.
- STUDER, P.; SARANDÓN S.J., GRECO S., VIANI M., **AGUILAR M.**, ZABALA C., NEBOT M., DÍAS BITAR F. & LUCONI R. (2019). Una Propuesta De Indicadores Para La Medición De Sustentabilidad Bajo Un Enfoque Integral, En Agroecosistemas Vitivinícolas De Mendoza. Congreso Argentino de Agroecología Filippini, María Flavia; Greco, Silvina; Rodríguez, Brenda. Primer Congreso Argentino de Agroecología. 1a. ed. adaptada. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado. 1423 p. Dirección URL del libro: <https://bdigital.uncu.edu.ar/14315>
- STUDER, P.; VIANI, M.; ZABALA, C.; **AGUILAR, M.**; NEBOT, M.; LUCONI, R.; TERRERO, L. (2020). Propuesta de indicadores para la medición de sustentabilidad bajo un enfoque integral, en fincas vitivinícolas de San Carlos, Mendoza. XXVI Jornada de Investigación de la Universidad Nacional de Cuyo. Secretaria de Investigación, Internacionales y Posgrado – UNCUIYO. Noviembre de 2020, Mendoza.
- UNESCO (2017): “Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la fabricación de botellas de plástico de PEAD a partir de material virgen o reciclado” Cátedra UNESCO de ciclo de vida y cambio climático. febrero 2017. Disponible en <https://www.ecoembes.com/sites/default/files/informe-es-ci-completo-latas-botellas-champu-y-suavizante.pdf>
- U. O. KARLIN , M. S. KARLIN, R. M. ZAPATA , R. O. COIRINI , A. M. CONTRERAS Y M. CARNERO (2017) “La Provincia Fitogeográfica del Monte: límites territoriales y su representación” Multequina 26: 63-75, 2017 ISSN 0327-9375 ISSN 1852-7329 on-line. disponible en: [https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal//multequina/indice/pdf/26/07-NOTA\\_Karlin.pdf](https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal//multequina/indice/pdf/26/07-NOTA_Karlin.pdf)
- VAN DEN BOSCH, MARÍA EUGENIA 2018: “ Análisis de las variables territoriales del área de influencia de la EEA Mendoza” María Eugenia Van den Bosch ; Emilce Susana Brés ; Hernán Vila. - 1a ed. - Mendoza: Ediciones INTA, 2018
- VIANI M. (2014): “Estructura Agraria y sus componentes”. Material elaborado para la materia Agroecología y Gestión de Ambientes Rurales de la carrera en Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Cs. Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Mayo de 2014. Ed. 2017
- WCED. 1987. Our common future. Oxford Univ. Press, Oxford. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

## 7. ANEXOS

### 7.1. Anexo 1. Cálculos

#### Caso 3

Tabla

Chandon [30,5 ha]			
ítem	cantidad	energía asociada por unidad	energía asociada [MJ/ha]
horas hombre (manejo más cosecha)	184 h	0,747-1,235 MJ/h	196
Equipo de riego (bomba centrífuga KSB 80m <sup>3</sup> /h-52.4HP (motor 60HP) + mangueras [160000m de 16mmD])			2.703
consumo eléctrico	2623 KWh	3,6 MJ/KWh 12,18 (zhang) 4,28	9.442,62 31947
pulverizadora 1500L	600Kg	62,8 MJ/Kg + 8,2MJ/Kg	70,23
pulverizadora 400L	100Kg	“	11,7
glifosato	4L/ha	454,2 MJ/L	654
Systhane	170cc/ha		
Amistar top	300cc/ha	123 MJ/L	37 MJ/ha
Caldo Bordeles Valles	7kg/ha	176 MJ/Kg	1.232 MJ/ha
Kumulus (S)	3kg/ha	1,1 MJ/Kg	3,3MJ/ha
Timorex gold	2L/ha		
<b>fertilizantes</b>			
Orujo	7Tn/ha	5,67 MJ/Kg	39690 MJ/ha

	(10 tn en total-3 Tn producidas in situ)	(compost)	
Sulfacid	15L/ha	19,87 MJ/L	298,05
Ácido fosfórico	30 L/ha	11,097 MJ/L	332,91
Tractores	1000hs	49,4 MJ/kg (materiales) 14,7 (fabricación)	361,22 MJ/ha + 342,53 MJ/ha
gas oil	35 L/día	35,5 MJ/L	4.074
alambre de las hileras	8388 Kg	35,85 MJ/Kg	1135 MJ/ha
postes de eucaliptus tratado	630	16,7MJ/Kg	7133
malla antigranizo			
total por ha			59448
Salida por ha			29924,41
Eficiencia			

## Cálculos

- Horas hombre:

-horas totales por ha =184 (64hs de poda y 120 de cosecha)

-Coef 2,20 MJ/h (**Ferreira et al. 2018**)

$184 \text{ h/ha} \times 2,20 \text{ MJ/h} = 404,8 \text{ MJ/ha}$

-coeficiente según **Guevara Hernández et al. 2015**: 250Kcal/h  
 $1 \text{ Kcal} = 4,184 \text{ KJ}$ ;  $250 \text{ Kcal} = 250 \times 4,184 \text{ KJ} = 1046 \text{ KJ/h} = 1,046 \text{ MJ/h}$

$184 \text{ h/ha} \times 1,046 \text{ MJ/h} = 199,46 \text{ MJ/ha}$

-Según **Nogareda S. y Luna P.:**

para trabajo en agricultura exponen que varía de 115 a 190 W/m<sup>2</sup> dependiendo del tipo de trabajo. Se considerará de metabolismo menor las tareas de poda y elevado las de cosecha:

$1 \text{ w/m}^2 = 1,553 \text{ Kcal/h} = 6,5 \text{ KJ/h}$

$115 \text{ W/m}^2 = 747.25 \text{ KJ/h} = 0,747 \text{ MJ/h}$

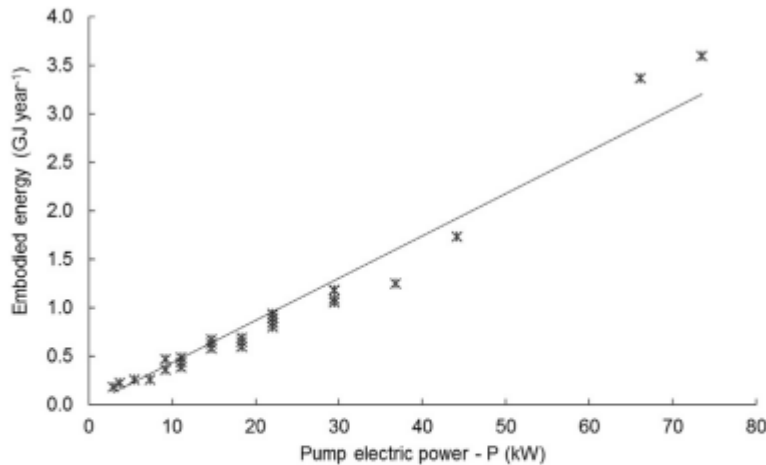
$190 \text{ W/m}^2 = 1235 \text{ KJ/h} = 1,235 \text{ MJ/h}$

$(64 \text{ h/ha} \times 0,747 \text{ MJ/h}) + (120 \text{ h/ha} \times 1,235 \text{ MJ/h}) = 196 \text{ MJ/ha}$



- Equipo de bombeo y cañerías

Para la obtención de los valores de la energía asociada al sistema de riego, este trabajo adopta los índices modelados por Diotto et al. (2014),



**Fig. 3 – Correlation between embodied energy for pump systems and its power requirement; (regression parameters:  $EE_p = 0.044P$ ;  $r^2 = 0.95$ ).**

— Diotto et al (2014)

- Para una bomba de 80m<sup>3</sup>/h y 52,4HP ( $\approx 40Kw$ ) Nos determina una energía asociada de 1,5GJ/año, representando **49 MJ/ha**
- Para la energía asociada al sistema de conducción (mangueras), se obtiene por la siguiente fórmula (Diotto et al. 2014)

$$E_{riego} = \frac{[(0,75 \times Q + 0,0076) \times L] + 15,73Q + 0,044 \times P}{A_i} = \mathbf{0,06 \text{ MJ/ha}}$$

- Para la energía asociada a las mangueras propiamente dichas, Diotto (2014) propone calcular la masa total del material de las mangueras y afectar por el coeficiente del material (PEBD):

$$W_{PEBD} = e^{\{-8,714 + [1,911 \times \ln(D)] + 4,53 \times 10^{-7} \times PN^2\}}$$

donde D es el diámetro y PN la presión nominal de la manguera

$$W_{PEBD} = 0,033 \text{ Kg/m}$$

El coef. de energía para PEBD es de. 107,32MJ/Kg (Diotto et al. 2014) y se considerará un vida útil de las mangueras de 7 años (variando entre 5 a 12)

$$E_{asociada \text{ a mangueras}} = \frac{0,033[\text{Kg/m}] \times 160000[\text{m}] \times 107,32[\text{MJ/Kg}]}{7[\text{años}] \times 30,5[\text{ha}]} = \mathbf{2654 \text{ MJ/ha}}$$

#### Pulverizadora

-600 Kg peso promedio para pulverizadoras de 1500 L de capacidad y 100 Kg para las de 400 L (Guzmán 2008)

-Coef de materiales 62,8 MJ/kg

-Coef de manufactura: 8,6 MJ/Kg

-Vid útil considerada: 20 años

$$E_{pulv1500} = \frac{600\text{Kg} \times 62,8\text{MJ/Kg} + 600\text{Kg} \times 8,6\text{MJ/Kg}}{20 \text{ años} \times 30,5\text{ha}} = \mathbf{70,23 \text{ MJ/ha}}$$

$$E_{p\text{ulv}400} = \frac{100\text{Kg} \times 62,208\text{MJ/Kg} + 100\text{Kg} \times 8,6\text{MJ/Kg}}{\text{años} \times 30,5\text{ha}} = \mathbf{11,7 \text{ MJ/ha}}$$

## Tractores

- Massey Ferguson 1475
  - Potencia: 56 KW (catálogo)
  - Peso: 2600 Kg (catálogo)
  - Coef materiales: 49,4 MJ/Kg (Guzmán 2008)
  - Coef manufactura: 14,7 MJ/Kg (Guzmán 2008)
  - vida útil 20 años o 16000 horas (guzmán 2008) se tomará vida útil de 16 años debido a que el uso anual ronda las 1000hs

$$E_{\text{MasFerg}} = \frac{2600\text{Kg} \times 49,4\text{MJ/Kg} + 2600\text{Kg} \times 14,7\text{MJ/Kg}}{16 \text{ años} \times 30,5\text{ha}} = \mathbf{341,52 \text{ MJ/ha}}$$

- Deutz A 65
  - P: 52,2 KW (catálogo)
  - Peso: 2750 Kg
  - Coef materiales: 49,4 MJ/Kg (Guzmán 2008)
  - Coef manufactura: 14,7 MJ/Kg (Guzmán 2008)
  - vida útil 20 años o 16000 horas (guzmán 2008) se tomará vida útil de 16 años debido a que el uso anual ronda las 1000hs

$$E_{\text{MasFerg}} = \frac{2750\text{Kg} \times 49,4\text{MJ/Kg} + 2750\text{Kg} \times 14,7\text{MJ/Kg}}{16 \text{ años} \times 30,5\text{ha}} = \mathbf{361,22 \text{ MJ/ha}}$$

## Glifosato

- 36% de concentración en Roundup
- Coef adoptado de (Ferreira 2018) por ser el más actual: 454,2 MJ/L
- Uso de 4 L/ha

$$E_{\text{glifosato}} = 0,36 \times 4 \text{ [L/ha]} \times 452 \text{ [MJ/L]} = \mathbf{654,048 \text{ MJ/ha}}$$

## Amistar top

Se obtuvo por medio de su ingrediente activo ppal, que es **azoxistrobina (20g/100cm<sup>3</sup>)**

$E_{\text{as}}$ : 615 MJ/kg i.a.

20 g/100cm<sup>3</sup> ; 200g/L;

$E_{\text{as}}$ : 123 MJ/L

## Gas oil

35 L/día de consumo entre ambos tractores

$E_{\text{as gas oil}}$ : 35,5 MJ/L

Uso: 1000 hs/año; considerando 10 hs aprox de uso diario implican 100 días.

$$E_{\text{as gas oil}}: (100 \text{ días/año} \times 35 \text{ L/día} \times 35,5 \text{ MJ/L}) / 30,5 \text{ ha} = \mathbf{4074 \text{ MJ/ha}}$$

## Ácido fosfórico

coef de energía asociada: 1961,72 Kcal/Kg (INTA)

1961,72 Kcal/Kg = 8,208 MJ/Kg

- Consumido en forma de solución acuosa al 80% (Hoja de seguridad del producto)
- 1,69 Kg/L (Hoja del producto)
- $0,8 \times 1,69 = 1,352 \text{ Kg de H}_2\text{PO}_4/\text{L.s.a.} \Rightarrow$
- $8,208 \text{ MJ/Kg} \times 1,352 \text{ Kg/L} = 11,097 \text{ MJ/L}$

#### Alambres

- Espaldero Alto: (4 alambres)
- A 2,5 m de separación, promedian las 40 hileras de 100 m por ha
- Alambres:
  - 17/15: 0,043 Kg/m
  - Nº15: 0,020 Kg/m
  - Nº8: 0,108 Kg/m
  - 2,5mm: 0,038 Kg/m

-Vida Útil de 50 años

-Coef de energía asociada: 35,85 MJ/Kg (Guzmán 2010)

$E_{\text{energía alambre}}$

$$= \frac{\text{Cantidad de hileras} \times \text{Longitud de cada hilera [m]} \times \text{Coeficiente de energía asociado al alambre [MJ/Kg]} \times \text{Vida Util}}{\text{Vida Util}}$$

$$E_{al} = \frac{40 \times 100 \text{ m} \times 35,85 \text{ MJ/Kg} \times (0,108 + 0,043 + 0,0207 + 0,038) [\text{Kg/m}]}{50 \text{ años}}$$

$$= 601,41 \text{ MJ/ha año}$$

#### Postes

material: eucalipto tratado

vida útil: estimada en 30 años (INTI)

largo prom: 1,8m

peso prom: 11,3 Kg/m

coef energético asociado (PCI): 16,7 MJ/Kg

total por ha: 630 unidades

$$E_{\text{postes}} = \frac{630 \text{ U} \times 1,8 \text{ m} \times 11,3 \text{ Kg/m} \times 16,7 \text{ MJ/kg}}{30} = 7133 \text{ MJ}$$

#### Malla antigranizo

material: PEAD virgen

coef energía asociado al PEAD: 69,7 MJ/Kg (UNESCO)

dimensiones: 47 g/m<sup>2</sup>

vida útil: 10 años (Van den Bosch)

total cobertura: 24% de 30 ha = 7,2 ha

$$E_{\text{malla}} = \frac{10000 \text{ m}^2 \times 0,047 \text{ Kg/m}^2 \times 69,7 \text{ MJ/Kg}}{10 \text{ años}} = 3275,9 \text{ MJ/ha}$$

$$0,24 \times 3275,9 = 786,2 \text{ MJ/ha}$$

#### Salida de Energía

TOTAL ha: 30,5 implantadas

Varietal	has	rendimiento (qq/ha)	rendimiento (neto qq)
----------	-----	---------------------	-----------------------

Malbec	14,5	100	1450
Chardonnay	5,5	90	495
Pinot noir	6	120	720
Pinot Meunier	4,5	100	450

Total salida= 3115qq= 311500 Kg  
311500Kg/30,5ha=**10213,11Kg/ha** (prom)  
10213,11Kg/ha x 2,93 MJ/Kg =29924,41MJ/ha

## Caso 2

Cobos [14,5 ha]			
ítem	cantidad	energía asociada por unidad	energia asociada [MJ/ha]
horas hombre (manejo más cosecha)	$(520+25 \times 85)/14,5=182,5$ horas hombre/ha	1,046 MJ/h	190,9
Postes	930 p/ha	17,64 MJ/Kg	11294
pulverizadora 600L	250Kg	62,8 MJ/Kg + 8,2MJ/Kg	61,21
glifosato	4L/ha	454,2 MJ/L	1816
Systhane	0,1L/ha		
Amistar top	400cc/ha	123 MJ/L	49,2
Caldo Bordeles Valles	8kg/ha	176 MJ/Kg	1408
Bellis	1,2 Kg/ha	270 MJ/Kg	324
hidróxido de Cu	0,8 Kg/ha		
Bacillus	8L/ha	77,2	24,704
<b>fertilizantes</b>			
Compost (cabra)	3Tn/ha	4,83 MJ/kg	14490
Tractor (Kubota3800) [37HP]	400hs	49,4 MJ/kg (materiales) 14,7 (fabricación)	1436,72
gas oil	2 L/h = 800L	35,5 MJ/L	1958,6

Segadora Canvas (200Kg)	150hs	62,8 MJ/Kg 8,6 MJ/Kg	29,54
Total			21789
Salida			22985

-250 Kg peso promedio para pulverizadoras de 600 L de capacidad y 100 Kg para las de 400 L (Guzmán 2008)

-Coef de materiales 62,8 MJ/kg

-Coef de manufactura: 8,2 MJ/Kg

-Vid útil considerada: 20 años

$$E_{puls600} = \frac{250Kg \times 62,8MJ/Kg + 250Kg \times 8,6MJ/Kg}{20 \text{ años} \times 14,5ha} = \mathbf{61,21 MJ/ha}$$

Tractor [37HP]

$$E_{KubotaL3800} = \frac{3900Kg \times 49,4MJ/Kg + 3900Kg \times 14,7MJ/Kg}{12 \text{ años} \times 14,5ha} = \mathbf{1436,72 MJ/ha}$$

Bacillus

Bacillus tt en su forma de emulsión líquida trae 40g/L (ficha técnica Bacthur líquido)

0,040Kg/L x 8 L/ha x 77,2 MJ/Kg = **24,704 MJ/ha**

(fuente Pimentel 198... y Green en Guzmán 2008)

Segadora

se la considera para los cálculos, como trailer de menos de 1Tn y una vida útil de 5000 h. (Guzman 2008)

$$E_{segadora} = \frac{(200Kg \times 62,8MJ/Kg + 200Kg \times 8,6MJ/Kg) \times 150h}{5000h \times 14,5ha} = 29,54MJ/ha$$

Bellis

Según hoja técnica posee: 12,8 % (P/P) de pyraclostrobin y 25,2% de boscalid. Sus coeficientes de energía asociados son 702 y 713 MJ/Kg respectivamente. (Audsley 2009) coeficiente de Bellis aproximado por Kg: 0,128x702+0,252x713= 270MJ/Kg

Alambres

-Espaldero Alto: (4 alambres)

-A 1,8 m de separación, promedian las 55 hileras de 100 m por ha

-Alambres:

-17/15: 0,043 Kg/m

-Nº15: 0,020 Kg/m

-Nº8: 0,108 Kg/m

- 2,5mm: 0,038 Kg/m
- Vida Útil de 50 años
- Coef de energía asociada: 35,85 MJ/Kg (Guzmán 2010)

$E_{energía\ alambre}$

=  $\frac{Cantidad\ de\ hileras \times Longitud\ de\ cada\ hilera\ [m] \times Coeficiente\ de\ energía\ asociado\ al\ alambre\ [MJ/Kg]}{Vida\ Util}$

$$E_{al} = \frac{55 \times 100\ m \times 35,85\ MJ/Kg \times (0,108 + 0,043 + 0,0207 + 0,038)\ [Kg/m]}{50\ años}$$

$$= 826,9\ MJ/ha\ año$$

material: PEAD virgen

coef energía asociado al PEAD: 69,7 MJ/Kg (UNESCO)

dimensiones: 47 g/m<sup>2</sup>

vida útil: 10 años (Van den Bosch)

total cobertura: 35% de 9 ha = 90000 m<sup>2</sup>

$$E_{malla} = \frac{10000\ m^2 \times 0,047\ Kg/m^2 \times 69,7\ MJ/Kg}{10\ años} = 3275,9\ MJ/ha$$

$$0.357 \times 3275,9 = 1170,32\ MJ/ha$$

#### Postes

-distribución: 6m x 1,8m = 930 postes/ha

-material: metálicos 4mm de espesor

-peso: 5,35 Kg por poste de 1,80 m (Acindar s. A.)

-coef de energía asociada: 35,8 MJ/Kg (Guzman, 2010)

- VU= 40

$$E_{postes} = \frac{5,35\ Kg \times 930 \times 35,8\ MJ/Kg}{40} = 4453\ MJ/ha$$

#### semillas

4,5 ha de cebada y 4,5 ha de centeno

60 Kg/ha

cebada: 16,9 MJ/Kg (Iermanó 2015)

centeno: 14,7 MJ/Kg (Iermanó 2015)

coef prom: 15,8 MJ/Kg

60 Kg/ha x 15,8 MJ/Kg = 948 MJ/ha

#### Salida de Energía

Total: 14,5 ha

varietal	rendimiento [Kg/ha]	total
Cabernet S. (4,5ha)	7500	33750
Malbec (10ha)	8000	80000

Total= 80000+33759=113750 Kg  
 113750Kg/14,5ha= **7845Kg/ha** (prom)  
 7845Kg/ha x 2,93 MJ/Kg = **22985MJ/ha**

## Caso 1

sup. [9 ha]			
ítem	cantidad	energía asociada por unidad	energía asociada [MJ/ha]
horas hombre (manejo más cosecha)	1800	1,046 MJ/h	198,2 MJ/ha
bomba 22,1 KW	700 h/año	1000 MJ/año (Diotto 2014)	105,26 MJ/ha
consumo eléctrico	KWh [700h]	3,6 MJ/KWh	6188 20936
segadora (2m) (200kg aprox)	100h	62,8 MJ/Kg + 8,6MJ/Kg	26,8MJ/ha
Rastra de discos (700Kg)	20h	62,8 MJ/Kg + 8,6MJ/Kg	42
Azufre mojable	2,1 Kg/ha	1,1MJ/kg	2,3MJ/ha
tractor 4x4; 80 CV (4200Kg)	500 h	49,5MJ/Kg + 14,7MJ/Kg	885,6 MJ/ha
gas oil	3L/h	35,5MJ/L	5605
Guano de cabra	7500Kg	4,83 MJ/Kg	4025 MJ/ha
Caldo Bordeles	3,5 Kg/ha (0,5Kg/100L; 700L/ha)	176 MJ/Kg	616
postes	873 p/ha	17,64 MJ/Kg (algarrobo) 19,7 MJ/Kg (Eucalyptus)	8257
Total			

- segadora

$$E_{segadora} = \frac{(200Kg \times 62,8MJ/Kg + 200Kg \times 8,6MJ/Kg) \times 100h}{5000h \times 9,5ha} = 26,8MJ/ha$$

- Tractor

$$E_{tractor} = \frac{(4200Kg \times 49,4MJ/Kg + 4200Kg \times 14,7MJ/Kg) \times 500h}{16000 \times 9,5ha} = 885MJ/ha$$

### Gas oil

3 L/hora de consumo promedio

$E_{as \text{ gas oil}}$ : 35,5 MJ/L

Uso: 500 hs/año.

$$E_{as \text{ gas oil}} = 3L/h \times 500h \times 35,5MJ/L / 9,5ha = 5605,2MJ/ha$$

### Rastra de discos

$$E_{rastra} = \frac{(700 \times 62,8MJ/Kg + 700Kg \times 8,6MJ/Kg) \times 20h}{2500h \times 9,5ha} = 42MJ/ha$$

### Postes

distribución: -espaldero (7ha): 2,5 m x 6 m :  $100/2,5 \times 100/6 = 667$  postes

-parral(2ha): 2,5 x 2,5 m      1600 postes

-prom por ha=  $(1600 \times 2 + 667 \times 7)/9=873$

material: algarrobo (espalderos); eucaliptus tratado (parrales)

VU: 40 años

-peso: 10,3 Kg/m

-coef de energía asociada: 17,64 MJ/Kg (INTI)

- VU= 40

$$E_{postes A} = \frac{10,3 \text{ Kg/m} \times 1,8 \text{ m} \times 667 \times 17,6 \text{ MJ/Kg}}{40} = 5441 \text{ MJ/ha}$$

$$E_{postes E} = \frac{1600 \text{ U} \times 1,8 \text{ m} \times 11,3 \text{ Kg/m} \times 16,7 \text{ MJ/kg}}{30} = 18116 \text{ MJ/ha}$$

$$E_{postes} = \frac{7}{9} \times 5441 + \frac{2}{9} \times 18116 = 8257 \text{ MJ/ha}$$

### Alambres

-Espaldero Alto: (4 alambres); parral (3)

-A 2,5 m de separación, promedian las 40 hileras de 100 m por ha (tanto parral como espaldero)

-Alambres:

-17/15: 0,043 Kg/m

-Nº15: 0,020 Kg/m

-Nº8: 0,108 Kg/m

-2,5mm: 0,038 Kg/m

-Vida Útil de 50 años

-Coef de energía asociada: 35,85 MJ/Kg (Guzmán 2010)



$E_{alambre}$

$= \frac{\text{Cantidad de hileras} \times \text{Longitud de cada hilera [m]} \times \text{Coeficiente de energía asociado al alambre [MJ/Kg/m]}}{\text{Vida Util}}$

$$E_{al} = \frac{40 \times 100 \text{ m} \times 35,85 \text{ MJ/Kg} \times (0,108 + 0,043 + 0,0207 + 0,038) \text{ [Kg/m]}}{50 \text{ años}} = 601 \text{ MJ/ha año}$$

Malla antigranizo

material: PEAD virgen

coef energía asociado al PEAD: 69,7 MJ/Kg (UNESCO)

dimensiones: 47 g/m<sup>2</sup>

vida útil: 10 años (Van den Bosch)

total cobertura: 35% de 9 ha = 90000 m<sup>2</sup>

$$E_{malla} = \frac{10000 \text{ m}^2 \times 0,047 \text{ Kg/m}^2 \times 69,7 \text{ MJ/Kg}}{10 \text{ años}} = 3275,9 \text{ MJ/ha}$$

$$0,35 \times 3275,9 = 1146,56 \text{ MJ/ha}$$

semillas

60 Kg/ha

vicia: 15,9 MJ/Kg

centeno: 14,7 MJ/Kg

$$E_{sem} = 60 \text{ Kg/ha} \times (15,9 + 14,7) / 2 \text{ MJ/Kg} = 918$$

Salida de energía

Total ha: 9

Varietal	de ocupación	rendimiento [qq/ha]	cosecha (total en qq)
Malbec	5 ha	70	350
Cabernet S.	2ha	70	140
Bonarda	1ha	120	120
Syrah	1ha	150	150

$$\text{Total en qq} = 350 + 140 + 120 + 150 = 760 \text{ qq}$$

$$760 \text{ qq} = 76000 \text{ Kg de uva}$$

$$76000 \text{ Kg} / 9 \text{ ha} = 8445 \text{ Kg/ha (promedio)}$$

$$8445 \text{ Kg/ha} \times 2,93 \text{ MJ/Kg} = 24743,85 \text{ MJ/ha}$$

## 7.2. Anexo 2. Tablas de coeficientes consultadas

**Table 4**

Total energy (content + manufacturing) of industrial inputs used in the case studies

Active ingredient (a.i.)	Total energy (MJ/kg a.i.)
N	80
P	14
K	9
MCPA	127.7
Simazine	188.3
Chlorsulfuron	365.4
Diuron	274.5
Glyphosate	454
Diquat	400
Paraquat	459.4
Coppers and sulphurs	176
Cypermethrin	580
Dimethoate, Malathion	228.8
Mineral oil	43.2
Potassium soap	43.0
Ammonium phosphate	24.3
Bacillus thuringiensis (Bt)	77.2
Polyethylene traps <sup>a</sup>	4.4

Sources: Green (1987) and Pimentel (1992).

<sup>a</sup> MJ/unity.

Guzmán (2008)

Concepto	Coefficiente energético	Autor <sup>a</sup>	Concepto	Coefficiente energético	Autor <sup>a</sup>
Labores (combustible)			Insumos		
Rastra de discos	0,235 GJ ha <sup>-1</sup>	1	Trifluralina	0,167 GJ L <sup>-1</sup>	5
Rastra de dientes	0,078 GJ ha <sup>-1</sup>	1	Glifosato	0,511 GJ L <sup>-1</sup>	2
Siembra grano fino (con labranza) con fertilización	0,271 GJ ha <sup>-1</sup>	1	Cipermetrina	0,580 GJ L <sup>-1</sup>	6
Siembra directa soja	0,373 GJ ha <sup>-1</sup>	1	D metoato	0,229 GJ L <sup>-1</sup>	6
Aplicación de plaguicidas	0,050 GJ ha <sup>-1</sup>	1	Endosulfán	0,355 GJ L <sup>-1</sup>	7
Aplicación de fertilizante	0,136 GJ ha <sup>-1</sup>	1	Carbendazim	0,397 GJ L <sup>-1</sup>	8
Cosecha cultivos de invierno	0,119 GJ tn <sup>-1</sup>	2	Trifloxistrobin	0,268 GJ L <sup>-1</sup>	9
Cosecha soja	0,083 GJ tn <sup>-1</sup>	3	Cyproconazole	0,268 GJ L <sup>-1</sup>	9
Insumos			Nitrógeno (N)	0,0756 GJ kg <sup>-1</sup>	5
Semilla de avena	0,0072 GJ kg <sup>-1</sup>	2	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,0095 GJ kg <sup>-1</sup>	5
Semilla de cebada	0,0072 GJ kg <sup>-1</sup>	2	Azufre (S)	0,0011 GJ kg <sup>-1</sup>	5
Semilla de colza	0,0138 GJ kg <sup>-1</sup>	2	Grano de avena	0,0194 GJ kg <sup>-1</sup>	2
Semilla de trigo	0,0072 GJ kg <sup>-1</sup>	2	Grano de cebada	0,0185 GJ kg <sup>-1</sup>	2
Semilla de soja	0,0169 GJ kg <sup>-1</sup>	4	Grano de colza	0,0294 GJ kg <sup>-1</sup>	2
Dicamba	0,315 GJ L <sup>-1</sup>	5	Grano de trigo	0,0187 GJ kg <sup>-1</sup>	2
Metsulfurón	0,351 GJ L <sup>-1</sup>	5	Grano de soja	0,0169 GJ kg <sup>-1</sup>	4

<sup>a</sup> 1: Donato et al., 2006; 2: Nagy, 1999; 3: Donato et al., 2008; 4: Borin et al., 1997; 5: Zentner et al., 2004; 6: Guzmán y Alonso, 2008; 7: Iermanó y Sarandón, 2009; 8: Tzilivakis et al., 2005; 9: Khaledian et al., 2010.

Insuno	Unidad	Kcal/unidad	Fuente
Trabajo humano	h	250	Funes (2001)
Trabajo animal	h	1 800	Funes (2001)
Semilla (en general)	kg	25 714	Pimentel (2005)
Diésel	L	9 243	Macera y Astier (1993)
Gasolina	L	8 150	Macera y Astier (1993)
Sulfato de amonio (21%)	kg	10 755	IDAE (2007)
Herbicida	L	57 000	Funes (2001)
Insecticida	L	44 000	Funes (2001)
Maquinaria		21 000	Macera y Astier (1993)
Tractor agrícola	h	1 015	Fluck y Helsl (1992)
Producto (maíz, grano seco)	kg	3 657	Funes (2009)
Frijol	kg	3 322	Funes (2009)

### Hernandez et al (2015)

Energy inputs	Unit	Energy coefficient	Reference
-----Direct energy-----			
Labor force	MJ h <sup>-1</sup>	2.20	ROMANELLI et al. (2012)
Seeds	MJ kg <sup>-1</sup>	18.71	(MARTINS et al., 2015)
Diesel oil	MJ L <sup>-1</sup>	35.50	(EPE, 2016)
Lubricants	MJ L <sup>-1</sup>	36.43	(EPE, 2016)
Greases	MJ kg <sup>-1</sup>	38.77	(EPE, 2016)
<b>Fertilizers</b>			
N	MJ kg <sup>-1</sup>	74.00	ROMANELLI et al. (2012)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MJ kg <sup>-1</sup>	12.56	ROMANELLI et al. (2012)
K <sub>2</sub> O	MJ kg <sup>-1</sup>	6.70	ROMANELLI et al. (2012)
<b>Pesticides</b>			
Glyphosate (36%)	MJ L <sup>-1</sup>	454.20	(ROMANELLI & MILAN, 2005)
Atrazine (50%)	MJ L <sup>-1</sup>	188.38	(ROMANELLI & MILAN, 2005)
Tembotrione (42%)	MJ L <sup>-1</sup>	254.57	(ROMANELLI & MILAN, 2005)
Electricity	MJ kWh <sup>-1</sup>	3.60	(EPE, 2016)
-----Indirect energy-----			
Machinery	MJ kg <sup>-1</sup>	69.83	(MARTINS et al.,2015)
Implements	MJ kg <sup>-1</sup>	57.20	(MARTINS et al.,2015)

### Ferreira et al 2018

Profesión	Metabolismo W/m <sup>2</sup>	Profesión	Metabolismo W/m <sup>2</sup>	Profesión	Metabolismo W/m <sup>2</sup>
<b>ARTESANOS</b>		<b>INDUSTRIA SIDERÚRGICA</b>		<b>IMPRENTA</b>	
Albañil .....	110 a 160	Obrero de altos hornos .....	170 a 220	Compositor manual .....	70 a 95
Carpintero .....	110 a 175	Obrero de horno eléctrico .....	125 a 145	Encuadernador .....	75 a 100
Vidriero .....	90 a 125	Moldeador a mano .....	140 a 240	<b>AGRICULTURA</b>	
Pintor .....	100 a 130	Moldeador a máquina ....	105 a 165	Jardinero .....	115 a 190
Panadero .....	110 a 140	Fundidor .....	140 a 240	Conductor de tractor .....	85 a 110
Carnicero .....	105 a 140	<b>FERRETERÍA Y CERRAJERÍA</b>		<b>CIRCULACIÓN</b>	
Relojero .....	55 a 70	Herrero forjador .....	90 a 200	Conductor de coche .....	70 a 90
<b>INDUSTRIA MINERA</b>		Soldador .....	75 a 125	Conductor de autocar ....	75 a 125
Empujador de vagonetas .....	70 a 85	Tornero .....	75 a 125	Conductor de tranvia .....	80 a 115
Picador de hulla (estratificación base) .....	140 a 240	Fresador .....	80 a 140	Conductor de trolebús ...	80 a 125
Obrero de horno de coque .....	115 a 175	Mecánico de precisión ...	70 a 110	Conductor de grúa .....	65 a 145
				<b>PROFESIONES DIVERSAS</b>	
				Laborante .....	85 a 100
				Profesor .....	85 a 100
				Vendedora .....	100 a 120
				Secretaria .....	70 a 85

Nogareda S.Luna

**Table 3**  
Basic data for calculating energy of raw materials, manufacture, and repair and maintenance of machinery

Machinery	UL (H)	UL (N)	Power (kW)	Weight (kg)	Raw mats. (MJ/kg)	Manufacture
Tractor: 2 RM, 41 kw	12,000	10	41	2300	49.4	14.7
Tractor: 2 RM, 50 kw	12,000	10	50	3400	49.4	14.7
Tractor: 4+4, 50 kw	16,000	12	50	3900	49.4	14.7
Tractor: 4+4, 60 kw	16,000	12	60	4200	49.4	14.7
Tractor: 4+4, 75 kw	16,000	12	75	4700	49.4	14.7
Tractor: 4+4, 90 kw	16,000	12	90	5200	49.4	14.7
Tractor: 4+4, 100 kw	16,000	12	100	5500	49.4	14.7
Tractor with shaker	16,000	12	110	9000	50.3	13.0
Hand-held trimmer	2000	6	1.84	10	62.8	7.4
Backpack sprayer	2000	6	1.84	10	62.8	7.4
Rotavator	2000	6	7.35	80	62.8	7.4
Chainsaw	2000	6	1.84	10	62.8	7.4
Branch shaker	2000	6	1.84	15	62.8	7.4
Centrifugal fertilizer spreader	1200	10	0	200	62.8	8.6
Sprayer tank (100-400 l)	1500	10	0	100	62.8	8.6
Sprayer tank (400-600 l)	1500	10	0	200	62.8	8.6
Sprayer tank (1000 l)	1500	10	0	400	62.8	8.6
Sprayer tank (1000-2000 l)	1500	10	0	600	62.8	8.6
Cultivator	2500	12	0	700	62.8	8.6
Disc harrow	2500	12	0	700	62.8	8.6
Tine harrow	2000	15	0	500	62.8	8.6
Trailer (0.7-1 t)	5000	15	0	300	62.8	8.6
Trailer (5-6 t)	5000	15	0	1600	62.8	8.6
Trailer (8 t)	5000	15	0	2500	62.8	8.6
Roller	2500	15	0	700	62.8	8.6
Chipper	2000	10	0	720	62.8	8.6

Sources: Weight, *N* (number of years) and *H* (hours) of useful life (UL) have been obtained via consultation with various companies. Energy figures are taken from Doering (1980) motorized machinery, which were taken from Mughal (1994, in Audsley et al., 1997).

### Energy content of biological inputs used in the case studies

Biological inputs	Total energy (MJ/kg or l)
Vetch seed ( <i>Vicia sativa</i> )	15.9
Commercial compost	10.5
Cow manure	3.8
Sheep manure	11.1
Poultry manure	10.9
Alperujo compost	13.3
Nettle extract	0.27

(Guzmán et al. 2008)

### CUADRO 18.2 Contenido energético de diversas fuentes de energía biológico-cultural usadas en agricultura

Tipo de insumo	Valor energético
Trabajo humano pesado (uso de machete)	400-500 kcal/hora
Trabajo humano ligero (manejando un tractor)	175-200kcl/hora
Trabajo animal fuerte	2 400 kcl/hora
Producción local de semilla	4 000 kcal/kg
Estiércol de ganado vacuno	1 611 kcal/kg
Estiércol de ganado porcino	2 403 kcal/kg
Compost comercial	2 000 kcal/kg
Biogás	1 730 kcl/kg

Fuente: Cox y Atkins (1979), Pimentel (1984), Zhenfang (1994).

**Table 13** Energy equivalents of input, output materials

Items	Unit	Average energy equivalent (MJ U <sup>-1</sup> )	Range <sup>1)</sup>	References <sup>2)</sup>
<b>Direct energy input</b>				
Diesel	L	44.09	35.9–56.31	a <sup>1</sup> a <sup>2</sup> a <sup>3</sup> a <sup>4</sup> a <sup>5</sup> a <sup>6</sup>
Petrol	L	37.48	35–42.33	b <sup>1</sup> b <sup>2</sup> b <sup>3</sup>
Electricity	kWh	12.18	11.93–12.50	c <sup>1</sup> c <sup>2</sup> c <sup>3</sup> c <sup>4</sup> c <sup>5</sup>
<b>Indirect energy input</b>				
Soybean seed	kg	21.04	4.71–33.4	d <sup>1</sup> d <sup>2</sup> d <sup>3</sup>
Lime	kg	1.39	1.30–1.47	e <sup>1</sup> e <sup>2</sup>
Mulch	kg	12.5	12.5	f <sup>1</sup>
Labor	hour	2.01	1.58–2.30	g <sup>1</sup> g <sup>2</sup> g <sup>3</sup> g <sup>4</sup>
<b>Organic</b>				
Manure fertilizers	kg	4.83	0.30–10.20	h <sup>1</sup> h <sup>2</sup> h <sup>3</sup> h <sup>4</sup>
YST (lumber)	kg	5.67	5.67	h <sup>5</sup>
<b>Conventional</b>				
Nitrogen	kg <sup>-1</sup> N	60.14	45.0–74.20	i <sup>1</sup> i <sup>2</sup> i <sup>3</sup> i <sup>4</sup> i <sup>5</sup> i <sup>6</sup> i <sup>7</sup> i <sup>8</sup> i <sup>9</sup>
Phosphorus	kg <sup>-1</sup> P	16.22	11.85–30.00	j <sup>1</sup> j <sup>2</sup> j <sup>3</sup> j <sup>4</sup> j <sup>5</sup> j <sup>6</sup> j <sup>7</sup> j <sup>8</sup>
Potassium	kg <sup>-1</sup> K	7.89	4.22–11.15	k <sup>1</sup> k <sup>2</sup> k <sup>3</sup> k <sup>4</sup> k <sup>5</sup> k <sup>6</sup> k <sup>7</sup>
Insecticides	kg	324.36	209–457	l <sup>1</sup> l <sup>2</sup> l <sup>3</sup> l <sup>4</sup> l <sup>5</sup>
Fungicides	kg	236.75	99.00–439.73	m <sup>1</sup> m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> m <sup>4</sup>
Herbicides	kg	336.07	209.00–429.27	n <sup>1</sup> n <sup>2</sup> n <sup>3</sup> n <sup>4</sup> n <sup>5</sup>
<b>Energy outputs</b>				
Soybean	kg	16.72	14.70–18.66	o <sup>1</sup> o <sup>2</sup> o <sup>3</sup>
Residues	kg	13.15	12.5–13.8	p <sup>1</sup> p <sup>2</sup>

<sup>1)</sup>The lowest and highest values from cited references.

<sup>2)</sup>a<sup>1</sup> b<sup>1</sup>, Cervinka (1980); a<sup>2</sup> i<sup>2</sup> j<sup>2</sup> k<sup>2</sup>, Dalgaard *et al.* (2001); a<sup>3</sup> b<sup>2</sup> e<sup>1</sup> i<sup>1</sup> j<sup>1</sup> k<sup>1</sup> l<sup>1</sup> m<sup>1</sup> n<sup>1</sup> o<sup>1</sup>, Nguyen and Haynes (1995); a<sup>4</sup> b<sup>3</sup> i<sup>3</sup> j<sup>3</sup> l<sup>4</sup> n<sup>4</sup>, Meisterling *et al.* (2009); a<sup>5</sup> g<sup>3</sup> h<sup>4</sup> i<sup>4</sup> j<sup>4</sup> k<sup>4</sup>, Mohammadi and Omid (2010); a<sup>6</sup> c<sup>5</sup> d<sup>2</sup> f<sup>1</sup> g<sup>4</sup> i<sup>3</sup> j<sup>3</sup> k<sup>7</sup> o<sup>3</sup> p<sup>1</sup> p<sup>2</sup>, Ozkan *et al.* (2004); c<sup>1</sup> h<sup>1</sup> i<sup>1</sup>, Lili *et al.* (2011); c<sup>2</sup> h<sup>2</sup> i<sup>2</sup> j<sup>1</sup> k<sup>1</sup>, Michos *et al.* (2012); c<sup>3</sup> g<sup>2</sup>, Chen (2002); c<sup>4</sup>, Nassiri and Singh (2009); d<sup>1</sup>, Pimentel and Patzek (2005); d<sup>3</sup>, Sheehan *et al.* (1998); e<sup>2</sup>, Shapouri *et al.* (1995); g<sup>1</sup>, Pimentel and Pimentel (1996); h<sup>3</sup>, Stout (1990); h<sup>5</sup>, Stephen (2010); i<sup>2</sup> j<sup>4</sup> k<sup>4</sup>, Seungdo and Bruce (2004); i<sup>7</sup> j<sup>8</sup> k<sup>5</sup>, Yin *et al.* (1998); l<sup>1</sup> m<sup>1</sup> n<sup>1</sup>, Kavargiris *et al.* (2009); l<sup>3</sup> m<sup>3</sup> n<sup>3</sup>, Helsel (1992); l<sup>5</sup> m<sup>4</sup> n<sup>5</sup>, Green (1987); o<sup>2</sup>, The National Agricultural Library (2011).

Zhang (2015)



**Table 2** Estimated manufacturing energy inputs for various pesticides (MJ/kg), typical application rates (kg/ha) and energy per unit area of use (MJ/ha) on an AI basis<sup>a</sup>

<b>Pesticide</b>	<b>MJ/kg</b>	<b>Application rate (kg/ha)</b>	<b>MJ/ha</b>
<i>Herbicides</i>			
2,4-D	85	0.50	43
Alachlor	278	2.75	765
Atrazine	190	1.75	333
Bentazon	434	1.00	434
Butylate	145	3.50	254
Chlorsulfuron	365	0.025	9
Dicamba	295	1.00	295
Dinoseb	80	2.00	160
Diquat	400	0.50	200
Diuron	270	2.25	608
EPTC	160	4.00	640
Fluazifop-butyl	518	0.25	130
Fluometuron	354	1.50	533
Glyphosate	454	1.25	567
Linuron	290	1.00	290
MCPA	130	0.55	72
Metolachlor	276	1.50	345
Paraquat	450	0.55	414
Propachlor	290	3.00	870
Propinil	220	4.00	880
Trifluralin	150	1.00	150
<i>Fungicides</i>			
Benomyl	397	0.55	218
Captan	115	3.35	385
Ferbam	61	8.00	488
Maneb	99	4.00	396
<i>Insecticides</i>			
Carbaryl	153	1.75	268
Carbofuran	454	2.00	908
Cypermethrin	580	0.25	145
Malathion	229	1.25	286
Methoxychlor	70	0.50	35
Methyl Parathion	160	1.00	160
Phorate	209	2.50	523

Helsel 2007

**Table 8. Primary energy used for production, formulation, packaging and delivery (MJ/kg ai) for the major pesticides reported by the Pesticide Usage Survey 2006 (top 50 by area or weight).**

Function	Active substance	MJ/kg ai	Function	Active substance	MJ/kg ai
I&N	1,3-dichloropropene	226	H&D	Linuron	310
H	2-4D	107	GR	Maleic hydrazide	151
I&N	Alpha-cypermethrin	518	F	Mancozeb	280
H	Atrazine	208	H&D, H	MCPA	148
F	Azoxystrobin	615	H&D	Mecoprop-P	194
F	Boscalid	713	H&D	Mesosulfuron-methyl	659
H	Bromoxynil	302	H	Mesotrione	691
F	Carbendazim	410		Metaxyl-M	659
H	Carbetamide	302	I&N, M&R	Metalddehyde	148
H&D	Chloridazon	291	H&D	Metamitron	432
GR	Chlormequat (+/-chloride)	270	H&D	Metazachlor	388
F	Chlorothalonil	313	F	Metconazole	615
H&D	Chlorotoluron	367	F	Metrafenone	713
I&N, I	Chlorpyrifos	324	H&D	Metsulfuron-methyl	518
H	Clopyralid	432	H	Nicosulfuron	594
H&D	Cyanazine	221	I&A&N	Oxamyl	345
F	Cymoxanil	442	H&D	Pendimethalin	421
I&N, I	Cypermethrin	600	H&D	Phenmedipham	345
F	Cyproconazole	551	F FST	Prochloraz	453
			F	Propamocarb hydrochloride	464
F	Cyprodinil	637	H&D	Propaquizafop	561
H&D, H	Diiflufenican	540	H&D	Propyzamide	410
H&D	Diquat	420	H	Prosulfuron	626
F	Epoxiconazole	626	F FST, FST	Prothioconazole	475
	Ethephon	194	F	Pyraclostrobin	702
H&D, H	Ethofumesate	367	H&D	Simazine	226
I&N	Ethoprophos	334	F	Spiroxamine	669
F	Fenpropiimorph	475	S, F	Sulphur	
H&D	Florasulam	691	SA	Sulphuric acid	
F	Fluazinam	594	I&N	Tau-fluvalinate	486
H&D	Flufenacet	648	F FST, FST	Tebuconazole	551
F FST	Fluoxastrobin	637	H&D, H	Thifensulfuron-methyl	540
				Tri-allate	270
H&D, H	Fluroxypyr	518	H&D	Tribenuron-methyl	540
F	Flusilazole	529	H	Triclopyr	432
H&D, H	Glyphosate	474	H	Trifloxystrobin	680
GR	Imazaquin	518			
H&D	Iodesulfuron-methyl-sodium	691	H&D, H	Trifluralin	171
H&D, H	Isoproturon	378	GR	Trinexapac-ethyl	583
F	Kresoxim-methyl	518	I&N	Zeta-cypermethrin	615
I&N	Lambda-cyhalothrin	529			

F= fungicide, FST = Fungicide seed treatment, GR = Growth regulator, H&D = herbicide and desiccant, I&N = Insecticide and nematicide.

Audsley et al 2009



Material	Energía incorporada específica (MJ/kg)					
	F1 <sup>134</sup>	F2 <sup>135</sup>	F3 <sup>136</sup>	F4 <sup>137</sup>	F5 <sup>138</sup>	F6 <sup>139</sup>
Materiales simples						
Acero comercial (20% reciclado)	35	43	43	35-43	30,13	25
Acero 100 % reciclado (teórico)	17					9
Acero inoxidable				177		
Aluminio primario	215	160	180	205	180	200
Aluminio 100 % reciclado (teórico)	23					
Aluminio 85 % reciclado						45
Aluminio comercial (30 % reciclado)	160					
Arcilla cocida, ladrillo y tejas	4,50				2,90	2
Arcilla cocida, materiales cerámicos vitrificados	10			7,20		8
Arcilla cocida. Sanitarios	27,50					
Arena (áridos)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,50
Áridos reciclados				0,10		
Asfalto en tela (oxiasfalto)	10		10,00	10,00		
Cal				3,43		4,5-5,00
Cartón-yeso				7,90	5,73	5
Cemento	7	7,20	7,20	7,00		3,6-4,00

(Guzmán, 2010)

Insumos	Coefficiente (MJ/kg)	Fuente
Alfalfa	6,9	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Alfalfa (forraje)	17,8	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Alimento balanceado	15,5	Pérez Neira (2010)
Avena	14,4	Zentner et al (2011)
Carne (Bovino)	10,7	Pérez Neira (2010)
Cebada	16,9	Zentner et al (2011)
Cebadilla	17,2	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Cereales (general)	14,7	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Expeller de soja	17,6	Pérez Neira (2010)
Festuca	17,2	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Festulolium	17,2	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Girasol	27,2	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Grano de maíz picado	15,5	Pérez Neira (2010)
Maíz	14,7	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Pasto ovillo	17,2	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Pastura consociada (forraje)	14,4	Zentner et al (2011)
Rollo	15,7	Pérez Neira (2010)
Semillas de pastura	20,2	Nguyen & Haynes (1995)
Silaje de maíz	12,0	Pérez Neira (2010)
Soja	23,7	Alluvione et al (2011)
Sorgo	13,7	Khaledian et al (2010)
Trébol blanco	6,9	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Trébol rojo	6,9	Ghazvineh & Yousefi (2013)
Trigo	16,9	Zentner et al (2011)
Vicia sativa	15,9	Guzmán & Alonso (2008)

Iermanó 2015

### 7.3. Anexo 3. Tabla de Coeficientes Utilizados

Insumo	Coefficiente de energía asociado [MJ/U]	Unidad	Fuente
<b>Estructura, máquinas e implementos</b>			
segadora	62,8	Kg	Guzmán 2008
rastra	62,8	Kg	Guzmán 2008
tractor	49,4	Kg	(Guzmán 2008)
pulverizadora	62,8	Kg	Guzmán 2008
<b>Riego</b>	valores que dependen del tipo de	KWh	Diotto et al 2014

	bomba y conducción		
<b>Consumo eléctrico</b>	3,6	KWh	Ferreira (2018), Energía.gob
<b>Malla Antigranizo (PEAD)</b>	69,7	Kg	UNESCO
<b>Postes Eucalipto</b>	16,7	Kg	INTI
<b>Postes Algarrobo</b>	17,64	Kg	INTI, Manrique et. al (2009)
<b>Postes Metal</b>	35,8	Kg	Guzman (2010) Acindar S. A.
<b>Alambre</b>	35,85	Kg	Guzman (2010)
<b>Combustible(diesel)</b>	35,5	L	Ferreira (2018) Hernandez (2015) Zhang (2015)
<b>Semillas</b>			
cebada	16,9	Kg	(Iermanó 2015)
centeno	14,7	Kg	(Iermanó 2015)
<b>Fertilizantes</b>			
guano	4,67	Kg	Zhang, 2015
compost (de orujo)	5,67	Kg	Zhang, 2015
Sulfacid (15%N16%S)	19,87	L	Guzmán (2008) (Iermanó 2015)
Ac. fosfórico	8,208	Kg	INTA
<b>Herbicidas</b>			
glifosato	454,2	L	Audsley (2009) Ferreira (2018)
<b>Funguicidas</b>			
Caldo bordelés	176	Kg	Guzmán (2008)
Azufre mojable	1,1	Kg	Guzmán (2008)
Amistar top	123	L	Audsley (2009)
Bellis	270	Kg	Audsley (2009)
<b>Bacillus</b>	77,2	Kg	Guzmán (2008)
<b>Horas Hombre</b>	0,747-1,235	h	Nogareda S. Luna

			(2007)
--	--	--	--------