



Universidad Nacional del Comahue

**Huella Ecológica de la Producción Frutícola Convencional y Orgánica en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.**

Ing. Agr. Hugo Ariel Lorenzo

Director: Dr. Darío Eduardo Fernández.

Codirectora: MSc María Claudia Dussi.

Tesis para optar al grado académico de  
Magister Scientiae en Intervención Ambiental con orientación en Ingeniería

Neuquén, 4 de diciembre del 2020.

## DEDICATORIA

A mi hija Lara.

... "Pronto saldrá el sol y algún daño repondremos" ...

... "Mereces lo que sueñas" ...

*G. Ceratti*

## AGRADECIMIENTOS

A Mariela, mi compañera de vida y madre de mi hija, pilar fundamental en este camino.

A mi familia materna por el apoyo incondicional en mis convicciones.

A la familia materna de Mariela, quienes siempre están dispuestos a colaborar para cuando es necesario.

A mis compañeros de Maestría, que a pesar de las diferencias en los caminos profesionales, siempre han tenido la intención de canalizar todas sus experiencias en pos del continuo aprendizaje del grupo.

A mi director de tesis, Darío Fernández y a mi co-directora María Claudia Dussi por el tiempo y conocimientos dedicados.

A mis compañeros de Halkis S.R.L. por la insistencia y el aporte de recursos para toma de muestras.

A los colegas, Luis Fernández, Gustavo Giardina, Gustavo Baeza y los encargados de los establecimientos de Patagonian Fruit Trade.

A los productores Rubén Testa y su encargado de chacra Nelson Ceballo, a Coco Ibáñez y a Carlos Natalini por la excelente predisposición para compartir información.

A Ricardo Migliaccio por sus charlas que me sirvieron de inspiración para encarar la temática.

A Ernesto Juan Maletti por transmitirme su experiencia, la cual fue de mucho valor para redondear la tesis.

## RESUMEN

Existe la tendencia en la fruticultura desarrollada en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén al incremento de la eficiencia de prácticas convencionales para reducir el consumo y uso de insumos costosos, escasos, o ambientalmente nocivos. Además, a sustituir prácticas e insumos convencionales por prácticas alternativas sostenibles. Esta tendencia es también influenciada por la mercadotecnia, en donde la rentabilidad por la diferenciación del producto se pone por encima del manejo sostenible de los recursos naturales, sin manejar a ciencia cierta indicadores certeros de consumo energético.

La huella ecológica se considera uno de los indicadores de sostenibilidad mayormente utilizados en la actualidad y se expresa en unidades de superficie, por lo general en hectáreas biológicamente productivas. Además, es un indicador relativamente fácil de calcular, resume en un solo dato la intensidad del impacto que la actividad de una determinada empresa provoca, utilizándose esa información para diagnosticar la magnitud del consumo energético e intervenir para minimizarlos.

El objetivo de este trabajo es, a través de la identificación de las principales fuentes de CO<sub>2</sub> emitidos por el consumo de los insumos más relevantes, detectar y validar los posibles sumideros de este GEI (Gas de Efecto Invernadero) en unidades productivas del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, bajo sistemas de producción orgánicos y convencionales mediante el indicador ambiental, huella ecológica corporativa global. El consumo de combustibles, en particular de leña para uso domiciliario y combustible diesel bajo sistema orgánico, producen más CO<sub>2</sub> que los consumos de electricidad y materiales en el transcurso de un año agrícola. Además, no se observan diferencias en el consumo de materiales, electricidad y materia seca de la cobertura vegetal del interfilar para los dos sistemas productivos. Respecto a la materia orgánica del suelo la tendencia apunta a que sea mayor en los establecimientos bajo sistema orgánico.

## PALABRAS CLAVE

Huella ecológica, Alto Valle, sistema convencional, sistema orgánico.

## **ABSTRACT**

There is a trend in fruit farming developed in the Upper Rio Negro Valley and Neuquén to increase the efficiency of conventional practices to reduce the consumption and use of expensive, scarce, or environmentally harmful inputs. In addition to replacing conventional practices and inputs with sustainable alternative practices. This trend is also influenced by marketing, where profitability by product differentiation is put above the sustainable management of natural resources without managing for some accurate indicators of energy consumption.

The ecological footprint is considered one of the most widely used sustainability indicators today and is expressed in surface units, usually in biologically productive hectares. In addition, it is a relatively easy indicator to calculate, summarizing in a single data the intensity of the impact that the activity of a given company causes, using that information to diagnose the magnitude of energy consumption and intervene to minimize them.

The objective of this work is, through the identification of the main sources of CO<sub>2</sub> emitted by the consumption of the most relevant inputs, to detect and validate the possible sinks of this GHG (Greenhouse Gas) in productive units of the Alto Valle de Río Negro and Neuquén under systems organic and conventional production through the environmental indicator, global corporate ecological footprint. The consumption of fuels, particularly firewood for household use and diesel fuel under an organic system, produce more CO<sub>2</sub> than the consumption of electricity and materials in the course of an agricultural year. In addition, no differences are observed in the consumption of materials, electricity and dry matter of the inter-row vegetation cover for the two production systems. Regarding soil organic matter, the tendency is for it to be higher in establishments under an organic system.

### **Keywords**

Ecological footprint, High Valley, conventional system, organic system.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1	Importancia de la temática	1
1.2	Objetivo general	4
1.3	Objetivos específicos	5
1.4	Hipótesis de trabajo	5
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	6
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	10
3.1	Área de estudio	10
3.2	Procedimiento metodológico	11
3.2.1	Determinaciones a campo	11
3.2.2	Determinaciones de suelo en laboratorio	12
3.2.3	Análisis de materia seca de cobertura verde del interfilas	12
3.2.4	Huella ecológica del uso del suelo	12
3.3	Análisis estadístico	13
3.3.1	Experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Tipo de consumo energético” y “Sistema productivo”, en donde el primer factor tiene 3 (tres) niveles: Electricidad, combustible y materiales, y el segundo factor 2 (dos) niveles: Convencional y orgánico.	13
3.3.2	Comparar dos medias (Biomasa seca del interfilas) para el factor de tratamiento “manejo productivo” (convencional y orgánico), para lo cual se usó el Test T de Student para muestras independientes.	14
3.3.3	Comparar dos medias (% MO <sub>0-30</sub> ) para el factor de tratamiento “manejo productivo” (convencional y orgánico), para lo cual se usó el Test T de Student para muestras independientes.	15
3.4	Cálculo de huella ecológica global corporativa	15
3.4.1	Productividad energética	15
3.4.2	Consumo energético	17
3.4.3	Factor de equivalencia y de productividad	19
3.5	La variable respuesta	21
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	23
4.1	Resultados	23
4.1.1	Materia seca de cobertura verde del interfilas	23
4.1.2	Materia orgánica del suelo	23

4.1.3	Experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Tipo de consumo energético” y “Sistema productivo” .....	24
4.1.4	Experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Consumo de distintos tipos de combustibles” y “Sistema productivo” .....	26
4.1.5	Experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Consumo de distintos tipo de materiales” y “Sistema productivo” .....	29
4.1.6	Comparación de dos medias (tn producidas de CO <sub>2</sub> en el consumo de electricidad/ ha bruta) para el factor de tratamiento “Sistema Productivo” (grupos convencional y orgánico) .....	30
4.1.7	Comparación de dos medias (Biomasa seca del interfilar) para el factor de tratamiento “Sistema Productivo” .....	30
4.1.8	Comparación de dos medias (Materia orgánica del suelo del interfilar) para el factor de tratamiento “Sistema Productivo” (convencional y orgánico).....	31
4.1.9	Huella ecológica global.....	31
4.1.10	Rol ambiental de los postes de madera utilizados en el sistema de conducción de los frutales .....	33
4.2	Discusión.....	34
4.2.1	Consumo de electricidad, combustibles y materiales. ....	34
4.2.2	Cobertura verde del interfilar y materia orgánica del suelo.....	35
4.2.3	Balance de toneladas de CO <sub>2</sub> por hectárea bruta.....	37
4.2.4	Medidas para disminuir la producción de CO <sub>2</sub> por el consumo de leña .....	37
4.2.5	Medidas para disminuir la producción de CO <sub>2</sub> por el consumo de combustible diesel. ....	38
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>DESAFÍOS</b> .....	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>ANEXO</b> .....	<b>46</b>
8.1	Estimación de huella ecológica global corporativa en las distintas unidades productivas .....	48
8.2	ANOVA para el experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Tipo de consumo energético” y “Sistema productivo”. ....	79
8.3	ANOVA para el experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Consumo de distintos tipos de combustibles” y “Sistema productivo”. ....	82
8.4	Comparación entre grupos (a posteriori), donde cada uno de los grupos corresponde a un sistema productivo y tipo de combustible determinado para la variable dependiente tn de CO <sub>2</sub> /ha bruta. ....	83
8.5	ANOVA para el experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Consumo de distintos materiales” y “Sistema productivo”. ....	84

8.6	ANOVA para el experimento unifactorial, donde se compara el factor “Sistema productivo” .	85
8.7	Test “t” para la comparación de dos medias (tn producidas de CO <sub>2</sub> en el consumo de electricidad/ ha bruta), para el factor de tratamiento “Sistema productivo” (convencional y orgánico).	88
8.8	Test “t” para la comparación de dos medias (gr de C orgánico/m <sup>2</sup> de cv del interfilar), para el factor de tratamiento “Sistema productivo”.	88
8.9	Test “t” para la comparación de dos medias (% MO <sub>0-30</sub> ), para el factor de tratamiento “Sistema productivo”.	89
8.10	Test “t” para la comparación de dos medias (balance de CO <sub>2</sub> /ha bruta), para el factor de tratamiento “Sistema productivo”	90
8.11	Capacidad sumidero del sistema de conducción.	92
8.12	Estructuras productivas de las chacras consideradas.	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.I. Diferencias más relevantes de manejo en sistemas productivos orgánicos y convencionales. ....	8
Tabla 3.I. Zona, unidad productiva, manejo productivo, ubicación y denominación de las chacras. ....	10
Tabla 3.II. Combinaciones posibles de grupos según “Tipo de consumo energético” y “Sistema productivo”. ....	14
Tabla 3.III. Factores de equivalencia según categoría de superficie productiva. ....	19
Tabla 4.I. Extracto seco, humedad y carbono orgánico en 1 m <sup>2</sup> de cobertura verde del interfilas. ....	23
Tabla 4.II. % MO <sub>0-30</sub> y % de Carbono orgánico por unidad productiva. ....	23
Tabla 4.III. Tipo de consumo versus sistema productivo. ....	24
Tabla 4.IV. Tipos de combustibles versus sistema productivo. ....	26
Tabla 4.V. Comparaciones a posteriori para “Consumo de distintos tipos de combustibles” y “Sistema productivo”. ....	28
Tabla 4.VI. Consumo de electricidad (expresado como tn de CO <sub>2</sub> producidos en su consumo) versus sistema productivo. ....	30
Tabla 4.VII. Gramos de Carbono orgánico/ m <sup>2</sup> de cobertura verde del interfilas versus sistema productivo. ....	30
Tabla 4.VIII. Porcentaje de materia orgánica en los primeros 30 centímetros de suelo versus sistema productivo. ....	31
Tabla 4.IX. Hag y t CO <sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de “Natalini”. ....	31
Tabla 4.X. Hag y t CO <sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de “La Carolina”. ....	32
Tabla 4.XI. Hag y t CO <sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de “Testa”. ....	32
Tabla 4.XII. Hag y t CO <sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de “La Magnolia”. ....	32
Tabla 4.XIII. Hag y t CO <sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de “Ibáñez”. ....	32
Tabla 4.XIV. Hag y t CO <sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de “Nicolás”. ....	32
Tabla 4.XV. Balance de t CO <sub>2</sub> /superficie bruta por chacra y sistema productivo. ....	33
Tabla 4.XVI. Capacidad sumidero del sistema de conducción en toneladas de CO <sub>2</sub> estimadas por unidad productiva, por hectárea bruta y año de vida útil. .	33
Tabla 8.I. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en “Natalini”. .	48

Tabla 8.II. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en “Natalini”.....	49
Tabla 8.III. Estimación de hag asociadas al consumo de materiales en “Natalini”.....	50
Tabla 8.IV. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en “Natalini”. .....	52
Tabla 8.V. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en “La Carolina”.....	53
Tabla 8.VI. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en “La Carolina”.....	54
Tabla 8.VII. Estimación de hag asociadas al consumo de materiales en “La Carolina”.....	55
Tabla 8.VIII. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en “La Carolina”. .	57
Tabla 8.IX. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en “Testa”. .	58
Tabla 8.X. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en “Testa”.....	59
Tabla 8.XI. Estimación de hag asociadas al consumo de materiales en “Testa”. .....	60
Tabla 8.XII. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en “Testa”. .....	62
Tabla 8.XIII. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en “La Magnolia”.....	63
Tabla 8.XIV. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en “La Magnolia”.....	64
Tabla 8.XV. Estimación de hag asociadas al consumo de materiales en “La Magnolia”.....	65
Tabla 8.XVI. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en “La Magnolia”. 67	
Tabla 8.XVII. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en “Ibáñez”. .....	68
Tabla 8.XVIII. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en “Ibáñez”.....	69
Tabla 8.XIX. Estimación de hag asociadas al consumo de materiales en “Ibáñez”.....	70
Tabla 8.XX. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en “Ibáñez”. .....	72
Tabla 8.XXI. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en “Nicolás”. .....	73
Tabla 8.XXII. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en “Nicolás”.....	74
Tabla 8.XXIII. Estimación de hag asociadas al consumo de materiales en “Nicolás”.....	75
Tabla 8.XXIV. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en “Nicolás”.....	78

Tabla 8.XXV. Estadísticos descriptivos considerando los factores “Tipo de consumo” y “Sistema productivo”.....	79
Tabla 8.XXVI. Test de homogeneidad de las varianzas para el ANOVA de comparación de “Tipo de consumo” y “Sistema productivo”.....	79
Tabla 8.XXVII. Test de normalidad para el ANOVA de comparación de “Tipo de consumo” y “Sistema productivo”.....	79
Tabla 8.XXVIII. Análisis de la varianza para la comparación de los factores “Tipo de consumo” y “Sistema productivo”.....	80
Tabla 8.XXIX. Estadísticos descriptivos para el factor “tipo de consumo”.....	80
Tabla 8.XXX. Test de homogeneidad de las varianzas para el factor “Tipo de consumo”.....	80
Tabla 8.XXXI. Análisis de varianza para el factor “Tipo de consumo”.....	80
Tabla 8.XXXII. Comparaciones múltiples según tipo de consumo energético.	81
Tabla 8.XXXIII. Análisis de varianza teniendo en cuenta al factor sistema productivo.....	81
Tabla 8.XXXIV. Estadísticos descriptivos para los factores “Tipos de combustibles” y “Sistemas productivos”.....	82
Tabla 8.XXXV. Test de homogeneidad de las varianzas para el ANOVA de comparación de “Tipos de combustibles” y “Sistema productivo”.....	82
Tabla 8.XXXVI. Test de normalidad para el ANOVA de comparación de “Tipos de combustibles” y “Sistema productivo”.....	82
Tabla 8.XXXVII. Análisis de la varianza para la comparación de los factores “Tipos de combustibles” y “Sistema productivo”.....	83
Tabla 8.XXXVIII. Análisis de varianza de grupos para comparaciones a posteriori “Consumo de distintos tipos de combustibles” y “Sistema productivo”.....	83
Tabla 8.XXXIX. Comparación entre grupos combinando “Consumo de distintos tipo de combustibles” y “Sistemas productivos”.....	83
Tabla 8.XL. Estadísticos descriptivos para los factores “Consumo de distintos materiales” y “Sistemas productivos”.....	84
Tabla 8.XLI. Test de homogeneidad de las varianzas para el ANOVA de comparación de “Consumo de distintos materiales” y “Sistema productivo”....	85
Tabla 8.XLII. Análisis de la varianza para la comparación de los factores “Consumo de distintos materiales” y “Sistema productivo”.....	85
Tabla 8.XLIII. Test de homogeneidad de las varianzas con outliers donde se compara el “Consumo de distintos materiales” en los sistema productivos considerados.....	85
Tabla 8.XLIV. Test de normalidad con outliers donde se compara el “Consumo de distintos materiales” en los sistema productivos considerados.....	85
Tabla 8.XLV. Análisis de la varianza con outliers donde se compara el “Consumo de distintos materiales” en los sistema productivos considerados..	86

Tabla 8.XLVI. Test de homogeneidad de las varianzas sin outliers donde se compara el “Consumo de distintos materiales” en los sistema productivos considerados.....	87
Tabla 8.XLVII. Test de normalidad sin outliers donde se compara el “Consumo de distintos materiales” en los sistema productivos considerados. ....	87
Tabla 8.XLVIII. Análisis de la varianza sin outliers donde se compara el “Consumo de distintos materiales” en los sistema productivos considerados..	87
Tabla 8.XLIX. Test “t” de Student para comparar la producción de CO <sub>2</sub> por consumo de electricidad en sistemas productivos convencionales y orgánicos. ....	88
Tabla 8.L. Test “t” de Student para comparar gramos de carbono orgánico de la cobertura verde del interfilas en sistemas productivos convencionales y orgánicos.....	88
Tabla 8.LI. Test “t” de Student para comparar el % de MO <sub>0-30</sub> en sistemas productivos convencionales y orgánicos. ....	89
Tabla 8.LII. Test “t” de Student para comparar el balance de CO <sub>2</sub> en sistemas productivos convencionales y orgánicos. ....	90
Tabla 8.LIII. Capacidad sumidero de sistema de conducción de Testa. ....	92
Tabla 8.LIV. Capacidad sumidero de sistema de conducción de La Magnolia. ....	92
Tabla 8.LV. Capacidad sumidero de sistema de conducción de Natalini. ....	93
Tabla 8.LVI. Capacidad sumidero de sistema de conducción de La Carolina. ....	93
Tabla 8.LVII. Capacidad sumidero de sistema de conducción de Ibáñez. ....	93
Tabla 8.LVIII. Capacidad sumidero de sistema de conducción de Establecimiento Nicolás. ....	94
Tabla 8.LIX. Estructura productiva de Testa. ....	95
Tabla 8.LX. Estructura productiva de La Magnolia. ....	96
Tabla 8.LXI. Estructura productiva de Natalini. ....	97
Tabla 8.LXII. Estructura productiva de La Carolina. ....	98
Tabla 8.LXIII. Estructura productiva de Ibáñez.....	99
Tabla 8.LXIV. Estructura productiva de Establecimiento Nicolás (Chacra 1). ....	100
Tabla 8.LXV. Estructura productiva de Establecimiento Nicolás (Chacra 2)..	101
Tabla 8.LXVI. Comparación de uso de suelo por unidad productiva respecto a superficie en hectáreas y porcentaje de participación de cada uso. ....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Ubicación de unidades productivas consideradas en el trabajo.....	11
Figura 2. Base fundamental para el cálculo de huella ecológica global. ....	15
Figura 3. Estimación de productividad media energética según datos del IPCC. .....	16
Figura 4. Estimación de productividad media energética a partir del rendimiento forestal. ....	17
Figura 5. Modelo básico de cálculo de huella ecológica global corporativa. ....	20
Figura 6. Medias estimadas de producción de tn CO <sub>2</sub> /ha bruta de los tipos de consumo para cada sistema productivo. ....	24
Figura 7. Comparación de medias de producción de tn CO <sub>2</sub> /ha bruta por ANOVA para el factor “tipo de consumo energético.....	25
Figura 8. Medias estimadas de producción de tn CO <sub>2</sub> /ha bruta de los tipos de combustible para cada sistema productivo.....	27
Figura 9. Comparación múltiple de medias de producción de tn CO <sub>2</sub> /ha bruta entre grupos con diferente sistema productivo y tipo de combustible consumido. .....	28
Figura 10. Medias estimadas de producción de tn CO <sub>2</sub> /ha bruta de los tipos de materiales para cada sistema productivo. ....	29
Figura 11. Marcación de las filas destinadas a muestreos.....	46
Figura 12. Muestreo de cobertura verde para realizar extracto seco. ....	46
Figura 13. Muestreo de suelo para realizar MO <sub>0-30</sub> . ....	47
Figura 14. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “Natalini”. .....	51
Figura 15. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “La Carolina”.....	56
Figura 16. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “Testa”. ....	61
Figura 17. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “La Magnolia”.....	66
Figura 18. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “Ibáñez”. .....	71
Figura 19. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “Nicolás – Chacra 1”.....	76
Figura 20. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “Nicolás – Chacra 2”.....	77
Figura 21. Box/Plot para producción de CO <sub>2</sub> por consumo de electricidad en sistemas productivos convencionales y orgánicos. ....	88
Figura 22. Box/Plot para gr de C orgánico/m <sup>2</sup> de cv del interfilas en sistemas productivos convencionales y orgánicos. ....	89

Figura 23. Box/Plot para % MO <sub>0-30</sub> en sistemas productivos convencionales y orgánicos.....	90
Figura 24. Box/Plot para balance de CO <sub>2</sub> /ha bruta en sistemas productivos convencionales y orgánicos. ....	91
Figura 25. Porcentaje promedio de uso del suelo. ....	102

## SIGLAS, SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

GEI: gas de efecto invernadero

C: carbono

%: porcentaje

gr: gramo

cm: centímetro

N<sub>2</sub>O: óxido nitroso

CH<sub>4</sub>: metano

PCG: potencial de calentamiento global

PH: potencial hidrógeno

kWh: kilovatio-hora

Gj: gigajulio

Mj: megajulio

m<sup>3</sup>: metro cúbico

m<sup>2</sup>: metro cuadrado

RENSPA: Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios

cm: centímetro

MO<sub>0-30</sub>: materia orgánica de 0 – 30 cm

EPEN: Ente Provincial de Energía del Neuquén

EDERSA: Empresa De Energía Río Negro S.A.

Nº: número

ha: hectárea

hag: hectárea global

tn: tonelada

kg: kilogramo

δ: densidad

ANOVA: análisis de varianza

cv: cobertura verde

NDC: Contribuciones Nacionalmente Determinadas.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 IMPORTANCIA DE LA TEMÁTICA

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es el marco multilateral de implementación de los esfuerzos internacionales para enfrentar los desafíos del cambio climático. Las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por su sigla en inglés) son las acciones que todos los Estados Parte de la CMNUCC deben llevar a cabo para intensificar sus esfuerzos contra el cambio climático, ya sea para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero ó GEI mediante acciones de mitigación, o para adaptarse a los impactos producidos por ese fenómeno a través de acciones de adaptación (Ministerio de ambiente y desarrollo sustentable, 2017). Coherente a esta necesidad, se propone el uso de un indicador que permita reconocer los puntos críticos con mayor producción de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono).

La huella ecológica es un indicador ambiental que permite medir y evaluar el impacto de nuestras acciones o de cualquier forma de vida, sobre la capacidad que tiene el planeta de renovar los recursos naturales (CEPAL, 2009). Además, puede decirse que es un indicador de sustentabilidad de índice único, desarrollado por Rees y Wackernagel en 1996, que mide todos los impactos que produce una población, expresados en hectáreas de ecosistemas o “naturaleza” (Caselles et al, 2008).

Se utiliza habitualmente para regiones o países, y se ha constatado que dicho indicador puede usarse también en las empresas y en cualquier tipo de organización (Domenech, 2006).

Entre las ventajas del cálculo de huella ecológica de empresas se puede nombrar:

- a) La presentación es simple y reducida.
- b) Se obtiene a partir de datos contables de costos, facturación y/o cantidad de insumos relevantes dentro de la unidad productiva.
- c) En muchos casos permite comparar la superficie de tierra ecológicamente productiva ocupada con la que correspondería ocuparse. De esta manera, en general, se ponen de manifiesto las desigualdades existentes.
- d) Evidencia la dependencia de la naturaleza y los inconvenientes del actual concepto de desarrollo. Se pone de manifiesto el paradigma de hasta dónde debe llegar el desarrollo sin afectar los recursos naturales para las futuras generaciones.
- e) Es un indicador relativamente fácil de calcular, resume en un solo dato la intensidad del impacto que la actividad de una determinada empresa provoca.
- f) Es un indicador con el cual es posible diagnosticar la magnitud del consumo energético e intervenir para minimizarlos.

Un concepto complementario al de huella ecológica es la contra-huella de un territorio que se define como la superficie biológicamente productiva (cultivos, pastos, mar productivo o bosques) disponible.

La diferencia entre la huella ecológica (liberación de CO<sub>2</sub> por consumo) y la contra-huella (absorción de CO<sub>2</sub> por actividad biológica) se define como “deficit ecológico” o “superávit ambiental” si el valor resulta negativo o positivo respectivamente.

El crecimiento y desarrollo de una determinada región persigue incrementar la calidad de vida de la población. Una de las prioridades de los planes de desarrollo es satisfacer las necesidades básicas de sus habitantes. Con el fin de proporcionarles los bienes y servicios que demandan, se incrementa la producción de las distintas actividades y con ello el consumo de materias primas y recursos energéticos. La actividad frutícola primaria de la región, actualmente es tan solo una parte de toda la producción de distintos bienes y servicios, en donde hay una infraestructura tal que su mantenimiento provoca demanda de mano de obra, combustibles y materiales, entre otros.

Existe la tendencia en la agricultura mundial al incremento de la eficiencia de prácticas convencionales para reducir el consumo y uso de insumos costosos, escasos, o ambientalmente nocivos. Además a sustituir prácticas e insumos convencionales por prácticas alternativas sustentables.

En este sentido se define a la agricultura sustentable como aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan (Sarandón et al, 2009). Entonces es posible deducir que un sistema será sustentable si es económicamente viable, ecológicamente adecuado y cultural y socialmente aceptable.

Sin embargo, todavía en muchos casos es difícil lograr compatibilizar un acuerdo entre la agricultura sustentable que demanda la sociedad moderna y lo que ofrecen los actores responsables de la producción de alimentos, principalmente debido a la mercadotecnia y los precios bajos, los cuales ejercen una presión de tal magnitud que prácticamente empujan al sistema a incrementar sus niveles de baja sustentabilidad, influyendo en su diseño y manejo. El interés en obtener altas ganancias en el corto plazo, también se une a lo anterior (Gliessman et al, 2007). En este contexto, Sarandón (2002) resalta como “consecuencias negativas la dependencia creciente de tecnología e insumos, degradación de los recursos naturales, pérdida de la capacidad productiva de los suelos, contaminación de las reservas de agua, erosión genética, pérdida de biodiversidad, desarrollo de resistencia a plaguicidas de ciertas variedades de plagas y patógenos, erosión cultural, escasa aplicabilidad de los paquetes tecnológicos a la totalidad de los productores agropecuarios y disminución de la eficiencia energética”.

Para revertir esto es necesario un rediseño del ecosistema agrícola de forma tal que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de procesos ecológicos. También la educación del consumidor juega un rol destacado, ya que el alimento consumido por él no es solamente el producto que adquiere sino, que el producto es el resultado de un proceso complejo, que tiene

impactos ambientales y socioeconómicos. Entonces resulta de suma importancia que el consumidor tenga acceso a indicadores como puede ser la huella ecológica de un determinado producto agrícola.

La huella ecológica se considera uno de los indicadores de sostenibilidad mayormente utilizados en la actualidad y se expresa en unidades de superficie, por lo general en hectáreas biológicamente productivas.

A veces la huella ecológica suele confundirse con la huella de carbono, las cuales son claramente diferentes. La huella de carbono es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) en el ambiente. Se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, producida en el día a día, generados a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos (CEPAL, 2009).

De todos estos gases, el CO<sub>2</sub> cobra especial relevancia por su efecto sobre las condiciones climáticas del planeta debido a que es un gas de larga permanencia, es decir, es un gas que permanece activo en la atmósfera durante mucho tiempo.

La huella ecológica, como indicador ambiental, pone énfasis en el CO<sub>2</sub> y no contempla a otros gases de efecto invernadero como el CH<sub>4</sub> (metano), el N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), entre otros. Es por esto que en la actividad agrícola alimenticia en particular, la demanda de indicadores de sustentabilidad es cada vez más reclamada.

Una reciente publicación en el medio gráfico "El Cronista" del pasado 5 de mayo del año 2016, titula "Por normas ambientales, Europa quiere frenar exportaciones argentinas". Básicamente trata respecto a mecanismos de compensación para evitar que las empresas europeas importen bienes o trasladen su producción hacia países con normativas más laxas, haciendo principal énfasis en la "fuga de carbono". Al respecto se apunta a disminuir las emisiones domésticas de gases de efecto invernadero por parte de países con políticas estrictas, que resultan más que compensadas con aumentos en los países que no tienen este tipo de regulaciones, según explica en la nota Mariana Conte Grand, economista de la Universidad del CEMA (Centro de estudios Macroeconómicos). Entonces es momento para comenzar a producir información que ayude al sistema productivo propuesto a situarse ambientalmente dentro de un contexto globalizado más involucrado con el tema.

La huella ecológica transforma todos los consumos de materiales y energía a hectáreas de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar, suelo construido o absorción de CO<sub>2</sub>) dándonos una idea clara y precisa del impacto de nuestras actividades sobre el ecosistema. Bajo nuestro punto de vista, es el indicador "final" porque transforma cualquier tipo de unidad de consumo (toneladas, kilowatios, litros, etc.), así como los desechos producidos, en un único número totalmente significativo (Domenech, 2006).

El presente trabajo apunta a demostrar la importancia de contar con un indicador ambiental que sea relativamente accesible de calcular, ya que se obtiene a partir de información contable de cada unidad productiva, y así ubicar

al productor primario de frutas en un ranking de balance de CO<sub>2</sub> con la posibilidad además, de poder compararse al respecto con productores de otras partes del mundo. A su vez permitirá realizar correcciones de manejo que a mediano y largo plazo le ayudarán a hacer un uso más racional de los recursos energéticos sin dejar sorprenderse cuando estos comiencen a ser limitados, como ocurre en algunas épocas del año con la energía eléctrica. Algunas certificaciones a nivel mundial con las cuales trabajan varios productores primarios del Alto Valle, Global Gap por ejemplo, ya sugiere registrar y controlar variables tales como, gastos de combustible, electricidad y agua de red como así también de riego por acequias. Sin embargo, el actual contexto socioeconómico que atraviesa la región hace que exista cierta disparidad en el acceso e implementación de técnicas de manejo sustentables.

En la actividad frutícola del Alto Valle de Río Negro y Neuquén se pueden diferenciar dos sistemas productivos, los convencionales y los orgánicos. Mientras en las unidades productivas convencionales es posible utilizar todo tipo de insumo que haya comprobado su efectividad provocando el menor impacto posible sobre el ambiente, en un sistema orgánico también deben haber comprobado su efectividad, pero además, se deben utilizar solamente sustancias naturales o derivadas de sustancias naturales y todos los recursos utilizados deben proceder de la producción orgánica. Este es uno de los aspectos que un sistema orgánico debe cumplir y que hacen que exista un funcionamiento más amigable con los procesos biológicos de un agroecosistema.

Sin embargo, existen prácticas dentro del manejo orgánico que demandan un alto consumo energético, como por ejemplo los tratamientos fitosanitarios, que en muchos casos suele ser más frecuentes que los que se realizan en un sistema convencional de manejo, con el consiguiente aumento de consumo de combustible. Entonces, a través del análisis y el diagnóstico, es posible lograr una disminución de las emisiones (huella) de CO<sub>2</sub> y paralelamente un aumento de la superficie capaz de captar (contra-huella ó ecosistema productivo) ese CO<sub>2</sub> generado por la producción de la fruta. Dicho de otra manera, mientras que la huella ecológica nos proporciona información respecto a las hectáreas de terreno "consumido" o "debe" ambiental, la contra-huella aporta las hectáreas de terreno que tenemos o "haber". La huella que no podamos eliminar reduciendo el debe (por ahorro energético, por compra de materiales eficientes, por reciclaje, etc.), deberíamos eliminarla aumentando el haber. Este análisis ayudará a obtener una guía para tender a la sustentabilidad del sistema, así como la posibilidad comercial de realizar un eco-etiquetado de la fruta y además aportar una herramienta justa contra el cambio climático (Domenech, 2006).

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

Detectar y validar posibles sumideros de los GEI en unidades productivas del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, a través de la identificación de las principales fuentes de CO<sub>2</sub> emitidos por el consumo de los insumos más relevantes, mediante el indicador ambiental, huella ecológica corporativa global bajo sistemas certificados de producción orgánica y convencional.

### **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar la huella ecológica global corporativa de unidades productivas con diferentes sistemas de producción.
- Estimar las toneladas de CO<sub>2</sub> liberadas por el consumo de los insumos mencionados y diferenciarlos con la contra-huella, para obtener un balance ecológico.

### **1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Las unidades productivas bajo sistema orgánico poseen menor huella ecológica que aquellas manejadas convencionalmente.

## 2 ANTECEDENTES

Cada vez más se observan iniciativas enfocadas a introducir el tema del cambio climático en las agendas del comercio internacional que podrían generar restricciones al comercio basadas en los procesos de producción y emisión de CO<sub>2</sub>. Esto ha impulsado a muchos países a considerar medidas como los impuestos de carbono, programas de transacción de derechos de emisión y barreras técnicas que incluyen exigencias sobre niveles de eficiencia energética. Recientemente, a este menú de iniciativas se suma la contabilización y divulgación del carbono producido en el ciclo de vida de los bienes y servicios, como un elemento que alertará al consumidor e influenciará su decisión de compra en todas las etapas del proceso (CEPAL, 2009).

La oferta de frutas del Alto Valle no es ni será ajena a este tipo de medidas y parte de la adaptación está dada por comenzar a capacitar a los principales actores de la actividad en indicadores ecológicos y/o de sostenibilidad, lo cual constituye un punto crítico pendiente según Flores y col. (2018).

Dussi y col. (2018) determinaron los subsidios energéticos que ingresan a un establecimiento frutícola, donde el 54,93% corresponde al control activo de heladas primaverales, el 23,29% al manejo agroecológico de plagas (MAP), el 11% a la elaboración y aplicación de compost en la fertilización del suelo, el 4,97% a labores de cosecha, el 0,3% corresponde a energía indirecta representada por la maquinaria utilizada y lo que resta, 5,51%, corresponde a la aplicación de la lámina de riego, a los tratamientos foliares, a la poda y raleo

Actualmente, y con el objetivo principal de bajar costos, se toma en cuenta el mejoramiento de la eficiencia energética, la cual está dada mayormente por realizar un consumo más racional de derivados del petróleo y/o recursos no renovables.

El uso de recursos no renovables resulta en un agotamiento paulatino de las reservas. Si hablamos en términos de huella ecológica y biocapacidad mundial, existen solamente 2,1 hectáreas globales del área biológicamente productiva disponible por cada persona sobre el planeta. El promedio mundial de la huella ecológica per cápita es de 2,9 hectáreas globales y esto significa que la humanidad está excediendo la capacidad ecológica de la biósfera por más de 38% (Badii, 2008).

Por otro lado, y por el contrario del pensamiento popular, los recursos naturales renovables no son infinitos, si se lleva su capacidad de renovación más allá del punto de equilibrio, por ejemplo haciendo un uso no sostenible de los mismos, se contribuye a su extinción.

Es por ello que pensando en la manera de proveer herramientas que ayuden a administradores de recursos y mantengan informada a la población de las derivaciones de su consumismo, se propone este trabajo sobre la huella ecológica global corporativa aplicada a la producción primaria de frutas de pepita.

La medida de la huella ecológica asociada a la producción frutícola proporciona información sobre:

- Los requerimientos energéticos para su producción. La concentración mundial de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) se debe en mayor medida, al uso del combustible fósil y, en menor medida, al cambio de uso del suelo, dado que la agricultura, en términos generales, influye con el aumento de las concentraciones de  $\text{N}_2\text{O}$  y de  $\text{CH}_4$  los cuales constituyen una parte menor de los gases causantes del efecto invernadero. Estos gases de efecto invernadero tienen potenciales de calentamiento global (PCG) mucho mayor al del dióxido de carbono. Por ejemplo, los productos de origen animal y los cultivos de arroz con anegamiento son los que presentan mayor cantidad de gases con alto potencial de calentamiento global (González et al, 2007).

- Las emisiones derivadas de la quema de combustibles y producción de electricidad. Debido a la distribución geográfica de los combustibles y plantas generadoras de energía, es necesario incurrir en gastos de transporte y almacenamiento, y el mismo transporte demanda consumo de energía (Aguilar, 2008).

- El área de vegetación necesaria para la captura de esas emisiones o contra-huella. Al respecto y para el caso de los sistemas productivos en estudio, existen diferentes zonas que participan directamente en la absorción de  $\text{CO}_2$ , tales como: la cobertura verde de los interfilares, los frutales y las alamedas entre las más relevantes. Para el caso de las coberturas verdes de los interfilares de frutales ya hay estudios realizados en los que se comprueba su capacidad para absorber carbono. Las plantas frutales también funcionan como sumideros de carbono ya que al tratarse de un cultivo perenne gran parte de su biomasa no es extraída del sistema y puede incorporarse al sistema mediante diferentes técnicas de manejo, por ejemplo al suelo. La expresión de esta cualidad va a depender de las características edáficas y del manejo agronómico que se realice del suelo.

Holzmann (2010) propone un índice de calidad de suelos capaz de reflejar una condición de sustentabilidad partiendo de distintos indicadores tales como: materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, relación de absorción de sodio, densidad aparente, infiltración básica y penetrometría a 30 cm de profundidad sobre y fuera de la “huella” de tránsito de la maquinaria. Por lo tanto, no se puede imputar la misma huella ecológica a todos los sistemas frutícolas por igual ya que hay agroecosistemas con mayor capacidad de fijar carbono que otros dependiendo de las características intrínsecas y del manejo de los recursos. En este sentido estudiar el porcentaje de materia orgánica de los suelos por unidad productiva, independientemente del sistema productivo, en cuanto a la posibilidad de mejorar esta cualidad puede aportar también un importante sumidero de carbono y así contribuir a la contra-huella.

Trabajos de investigación han cuantificado la captura mediante el registro de datos de materia orgánica en suelos regados, plantados con frutales de distintas edades y mediante uso de modelos alométricos que muestran el efecto sumidero para diferentes granulometrías y pH del suelo superficial (Mendía, 2017).

En este sentido el presente trabajo compara dos sistemas productivos bien diferenciados, el convencional o tradicional y el orgánico o proteccionista, cuyas diferencias más importantes se muestran en la tabla 2.I.

Manejo	Sistemas productivos	
	Convencional	Orgánico
CULTIVOS	Tendencia al monocultivo.	Asociación de cultivos. Cultivos para abono verde y/o mantenimiento de coberturas verdes.
LABRANZAS	De dos a tres intervenciones con rastra de disco para los casos en donde no hay riego mecanizado para la defensa activa de heladas tardías.	Mínima (vertical) o cero labranza. Se sugiere implementación de riego mecanizado como defensa activa de heladas tardías.
FERTILIZACIÓN	Uso de fertilizantes de origen sintético. Pocas aplicaciones de materia orgánica al suelo.	Uso de fertilizantes de origen natural. Reciclaje de desechos agrícolas. Producción de abonos orgánicos.
SANIDAD	Control de plagas y enfermedades con agroquímicos de origen sintético.	Control de plagas y enfermedades con agroquímicos de origen natural, extractos, biopreparados, alelopatía, manejo cultural y control biológico.
INTERFILAR	Uso de herbicidas, principalmente sobre las filas. En el interfilas uso de herramientas de labranzas y/o segadoras mecánicas.	Uso de coberturas para proteger el suelo de la erosión y compactación.

Tabla 2.I. Diferencias más relevantes de manejo en sistemas productivos orgánicos y convencionales.

Es probable encontrar unidades productivas no certificadas bajo sistema productivo orgánico, pero que adoptan un manejo proteccionista de los recursos naturales. De hecho existen establecimientos sin certificación orgánica o similar que realizan manejos del suelo de manera más sostenible que para el caso de aquellos con certificación orgánica. La experiencia confirma que el manejo sostenible de los recursos naturales está más relacionado con la conciencia proteccionista individual de los productores que con una exigencia de la certificación orgánica o similar.

En general, se practica la agricultura orgánica basada en principios basados en la agroecología, ciencia que utiliza conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles, donde los insumos externos se sustituyen por procesos naturales como la fertilidad natural del suelo y el control biológico. Bajo estas premisas se acumula materia

orgánica en el suelo e incrementa la biota del suelo, minimizando el daño por plagas, enfermedades y malezas, conservando suelo, agua, biodiversidad y recursos, además de promueven a largo plazo la productividad agrícola con productos de calidad y un valor nutricional óptimo (Altieri, 2012).

Por lo tanto, resulta importante tener en cuenta a la cobertura verde y la materia orgánica del suelo de los interfilares de frutales como contra-huella del agroecosistema, ya que estas porciones de terreno no son utilizados para consumo propio ni para la venta, pero si para mantener la fertilidad física y química del suelo.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

La región propuesta para el estudio es el Alto Valle de las provincias de Río Negro y Neuquén donde se realiza la producción frutícola primaria de peras y manzanas principalmente.

En la tabla 3.I se muestran las características más relevantes de las unidades productivas a estudiar y en la figura 1 la ubicación geográfica en el Alto Valle.

Zona	Unidad productiva	Manejo productivo	Textura <sup>1</sup>	Ubicación
<b>Este</b>	Establecimiento "La Magnolia"	Orgánico	fA	39°05'04.7"S 67°21'33.5"W
	Rubén Darío Testa	Convencional	fa	39°02'53.9"S 67°13'56.4"W
<b>Centro</b>	Establecimiento "La Carolina"	Orgánico	fA	39°04'56.5"S 67°35'44.1"W
	Carlos Natalini	Convencional	fA	39°05'30.3"S 67°35'10.9"W
<b>Oeste</b>	Establecimiento "Nicolás"	Orgánico	fA	38°31'05.3"S 68°28'35.6"W
	Juan José Ibáñez	Convencional	f	38°38'9.49"S 68°15'58.3"W

*En anexo se puede observar la estructura productiva según RENSPA de cada unidad productiva.*  
*(1). Texturas: fA (franco arenosa), fa (franco arcillosa), f (franco).*

Tabla 3.I. Zona, unidad productiva, manejo productivo, ubicación y denominación de las chacras.

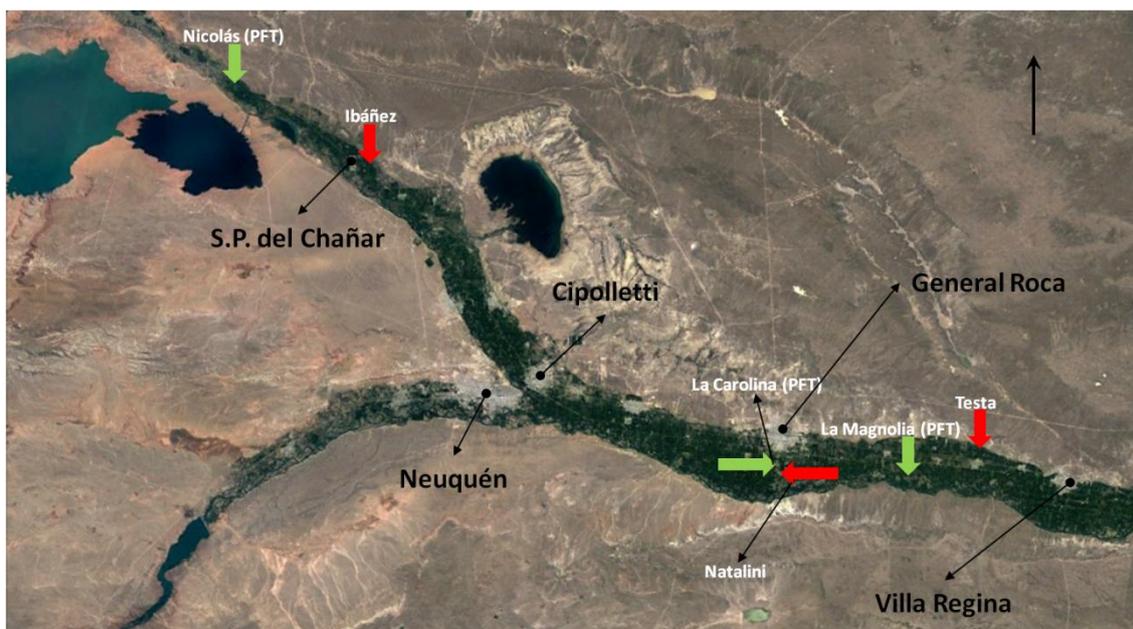


Figura 1 . Ubicación de unidades productivas consideradas en el trabajo. Flechas rojas: Convencional. Flechas verdes: Orgánica.

## 3.2 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

En cada establecimiento orgánico se identificó un cuadro plantado con manzana variedad Royal Gala y de la misma manera se seleccionó otro cuadro con la misma variedad de manzana de otra unidad productiva de la misma zona pero con manejo convencional.

En cada cuadro se identificó el lugar representativo para los muestreos que estuvieran alejados de la influencia de cortinas rompeviento u otras especies de frutales como principales criterios técnicos de selección.

Los muestreos se realizaron sobre una de las calles centrales del cuadro y en el centro del interfilas.

### 3.2.1 Determinaciones a campo

Tanto en los establecimientos con manejo orgánico como convencional se registró la siguiente información:

#### 3.2.1.1 Consumo de combustible.

Desde mayo del 2018 a mayo del 2019 expresado en litros para diesel, nafta 95 octanos, nafta 98 octanos y ultra diesel. Para el caso que no se contó directamente con el dato en litros, se estimó mediante la labor realizada, el implemento utilizado y el tiempo de duración de la labor. Además se registró para cada unidad productividad el consumo anual de gas natural en  $m^3$ , gas licuado (teniendo en cuenta que 1 kg de butano/propano equivale a  $1,3 m^3$  de gas natural) y de leña (toneladas) para ser incluidos también en la estimación de la huella ecológica global corporativa.

### **3.2.1.2 Consumo de energía eléctrica.**

Desde mayo del 2018 hasta mayo del 2019 expresado en kWh. Este dato fue suministrado por EPEN o EDERSA según corresponda a Neuquén o Río Negro respectivamente.

### **3.2.1.3 Consumo de materiales.**

Desde mayo del 2018 hasta mayo del 2019 expresando en toneladas los distintos materiales ingresados y utilizados en cada establecimiento como son:

- Derivados del plástico (tn): Se incluyeron envases vacíos no retornables de agroquímicos.
- Productos básicos de hierro, acero y metales (tn): Tambores vacíos de aceite curafrutal.
- Plaguicidas y herbicidas (tn): Cantidades de producto formulado.
- Productos químicos, higiénicos y limpieza (tn): Se incluyó la cantidad de polisulfuro de calcio utilizado.
- Fertilizante convencional (tn): Para el caso de las unidades productivas bajo sistema convencional.

### **3.2.2 Determinaciones de suelo en laboratorio**

En otoño se realizó, para cada unidad productiva, el muestreo de suelo de los primeros 30 cm con barreno manual para la determinación de MO<sub>0-30</sub>. El análisis de las muestras fue realizado por el Laboratorio de Servicios Agrarios y Forestales (LASAF) de la Provincia de Neuquén.

### **3.2.3 Análisis de materia seca de cobertura verde del interfilar**

En diciembre, en cada una de las unidades productivas, se realizó el muestreo de cobertura verde para la determinación del contenido de materia seca del interfilar, para lo cual se utilizó la medida de un metro cuadrado. Con ayuda de un tijeron se cortó cada muestra al ras del suelo. El análisis fue realizado en el Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria (CIATI) de la ciudad de Villa Regina.

### **3.2.4 Huella ecológica del uso del suelo**

Haciendo uso del software Google Earth se estimaron las superficies en hectáreas dependiendo del uso del suelo para cada unidad productiva. Para la estimación de la huella ecológica del uso del suelo según el tipo de ecosistema, se consideró:

- Tierra cultivable (ha): Superficie con cultivo frutal (se adjudicó al 65% de la superficie neta plantada)
- Pastos (ha): Superficie con cobertura verde, principalmente del interfilar de frutales (se adjudicó al 35% de la superficie plantada).

- Bosques (ha): Superficie con macizos y cortinas rompeviento forestales de álamos (*Populus sp.*) y sauces (*Salix sp.*) principalmente. Para el caso particular de las cortinas rompeviento ubicadas en el perímetro, se le adjudica el 50% de la superficie debido a que el otro 50% es lógico que le corresponda a la unidad productiva vecina.

- Terreno construido (ha): Hace referencia a la superficie con viviendas, oficinas, galpones y zonas con circulación intensa de maquinaria.

### 3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El objetivo de realizar iguales mediciones en unidades productivas ubicadas en distintas zonas del valle radica en obtener repeticiones que minimicen los posibles errores aleatorios y que los resultados sean independientes del manejo de las plantaciones. Por otra parte permite conocer el nivel de compromiso con la recolección de datos, ya que la información requerida forma parte de la mínima que debería registrar un productor para calcular sus costos.

Se realizan tres comparaciones estadísticas:

**3.3.1 Experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Tipo de consumo energético” y “Sistema productivo”, en donde el primer factor tiene 3 (tres) niveles: Electricidad, combustible y materiales, y el segundo factor 2 (dos) niveles: Convencional y orgánico.**

El modelo factorial para este caso es:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$i$  = N° de niveles del factor “tipo de consumo energético”.

$j$  = N° de niveles del factor “manejo productivo”.

$k$  = N° de replicas.

$\mu$  = Media general.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor “tipo de consumo energético”.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor “manejo productivo”.

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto del  $ij$ -ésimo nivel del factor “tipo de consumo energético” x “manejo productivo”.

$\varepsilon_{ijk}$  es el error aleatorio con distribución Normal,  $E(\varepsilon_{ijk}) = 0$  y  $Var(\varepsilon_{ijk}) = \sigma^2$

$Cov(\varepsilon_{ijk}, \varepsilon_{i'j'k'}) = 0$  para todo  $ijk \neq i'j'k'$  Datos no correlacionados

INDEPENDENCIA.

Un moderado apartamiento de la distribución normal no invalida los resultados obtenidos (propiedad de robustez).

Entonces de este experimento se pueden diferenciar los siguientes grupos según se muestra en la tabla 3.II:

Grupo	Descripción
1.1	Sistema productivo convencional con electricidad como tipo de consumo energético.
1.2	Sistema productivo convencional con combustible como tipo de consumo energético.
1.3	Sistema productivo convencional con materiales como tipo de consumo energético.
2.1	Sistema productivo orgánico con electricidad como tipo de consumo energético.
2.2	Sistema productivo orgánico con combustible como tipo de consumo energético.
2.3	Sistema productivo orgánico con materiales como tipo de consumo energético.

Tabla 3.II. Combinaciones posibles de grupos según "Tipo de consumo energético" y "Sistema productivo".

La hipótesis nula ( $H_0$ ) queda planteada como:

$H_0$ : grupo 1.1 = grupo 1.2 = grupo 1.3 = grupo 2.1 = grupo 2.2 = grupo 2.3

Mientras que la hipótesis alternativa  $H_1$ :

$H_1$ : al menos un grupo es distinto al resto de los grupos.

### **3.3.2 Comparar dos medias (Biomasa seca del interfilar) para el factor de tratamiento "manejo productivo" (convencional y orgánico), para lo cual se usó el Test T de Student para muestras independientes.**

El modelo planteado es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2$

$j = 1, 2, 3$

$\mu$  = % de m.s. de la cobertura verde del interfilar.

$\alpha_i$  = Efecto en el % de m.s. de la cobertura verde del interfilar debido al "manejo productivo"  $i = 1$ , convencional;  $i = 2$ , orgánico.

$\varepsilon_{ij}$  es el error aleatorio con distribución Normal,  $E(\varepsilon_{ij}) = 0$  y  $\text{Var}(\varepsilon_{ij}) = \sigma_i^2$

$\sigma_1^2$  es la variancia del % de m.s. para la muestra 1 y  $\sigma_2^2$  es la variancia del % de m.s. para la muestra 2, con  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ .

**3.3.3 Comparar dos medias (% MO<sub>0-30</sub>) para el factor de tratamiento “manejo productivo” (convencional y orgánico), para lo cual se usó el Test T de Student para muestras independientes.**

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2$

$j = 1, 2, 3$

$\mu =$  % MO<sub>0-30</sub> del interfilar.

$\alpha_i =$  Efecto en el % MO<sub>0-30</sub> del interfilar debido al “manejo productivo”  $i = 1$ , convencional;  $i = 2$ , orgánico.

$\varepsilon_{ij}$  es el error aleatorio con distribución Normal,  $E(\varepsilon_{ij}) = 0$  y  $\text{Var}(\varepsilon_{ij}) = \sigma_i^2$

$\sigma_1^2$  es la variancia del % MO<sub>0-30</sub> para la muestra 1 y  $\sigma_2^2$  es la variancia del % MO<sub>0-30</sub> para la muestra 2, con  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ .

Para todos los análisis estadísticos se tiene en cuenta un nivel de significancia del 0,05.

### 3.4 CÁLCULO DE HUELLA ECOLÓGICA GLOBAL CORPORATIVA

En la segunda etapa se realiza el cálculo de la huella ecológica global, cuya base fundamental para realizarlo, es la división del consumo (Gj / año) por la productividad energética (Gj / ha / año) si se trata de insumos materiales, mientras que para el caso de insumos naturales la relación es entre el consumo (tn/año) y la productividad o rendimiento (tn / ha), tal como se observa en la figura 2.

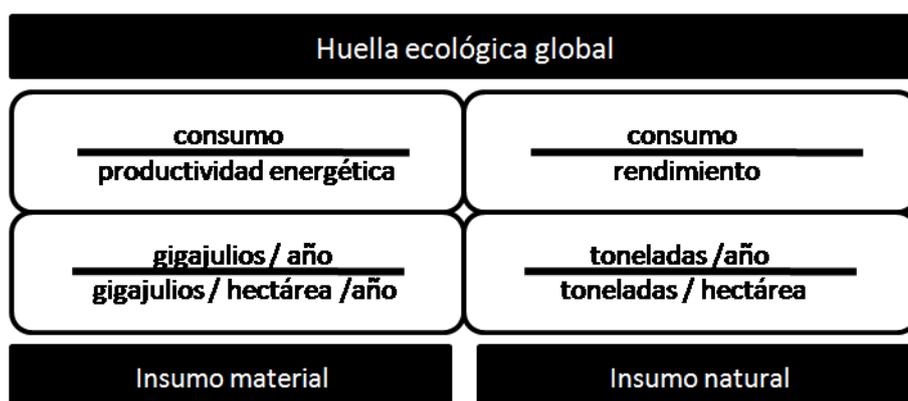


Figura 2. Base fundamental para el cálculo de huella ecológica global.

#### 3.4.1 Productividad energética

Se utiliza para el consumo de materiales, tales productos químicos, productos derivados del plástico, productos básicos de hierro, acero u otros metales o combustibles entre otros. En este caso, se deben transformar todos esos elementos a energía (la utilizada en su producción o fabricación) y

dividirlos entre la productividad energética de la tierra, es decir, la cantidad de energía que puede producir o asimilar una hectárea de terreno.

El Intergubernamental Panel on Climate Change (IPCC) para la productividad forestal, la absorción de C y los factores de emisión de C, y asumiendo un tiempo de maduración forestal (ciclo de cosecha) de 40 años, fijó la media de absorción de C en 1,42 toneladas de C/ha/año ó 5,21 toneladas de CO<sub>2</sub>/ha/año. Los combustibles líquidos tienen un factor de emisión de C de 20 kg de C/Gj (ACCEFYN, 2003), por lo que el ratio energía/hectáreas es de 71 Gj/ha/año (1,42/0,020= 71). Es decir que como muestra la figura 3, una hectárea de bosque puede secuestrar anualmente las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el consumo de 71 gigajulios de combustible líquido (Domenech, 2006).

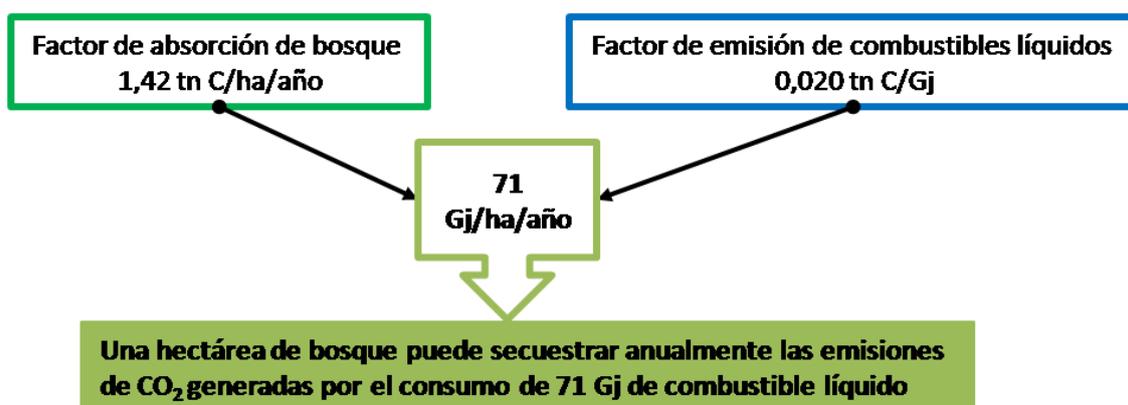


Figura 3. Estimación de productividad media energética según datos del IPCC.

Como se observa en la figura 4 hay otros cálculos para llegar a los mismos resultados. Los pasos para la obtención de la productividad energética son:

1) Una hectárea de bosque produce 1,99 m<sup>3</sup> de madera (en rollo). Asumiendo que el tronco contiene solo una tercera parte de todo el C almacenado (1,99 x 3 = 5,97 m<sup>3</sup>/ha).

2) δ de la madera: 0,6 tn/m<sup>3</sup> (5,97 x 0,6 = 3,58 tn/ha biomasa seca).

3) 1 tn de biomasa seca equivale a 0,45 tn de C (3,58 x 0,45 = 1,6 tn de C/hectárea/año) (para este caso, se asume una absorción anual de 1,6 tn de C por año).

4) 1 tn de biomasa seca (ó 0,45 tn de C) contiene 20 Gj de calor (1,6 x 20/0,45 = 71,1Gj/ha/año) (Domenech, 2006).

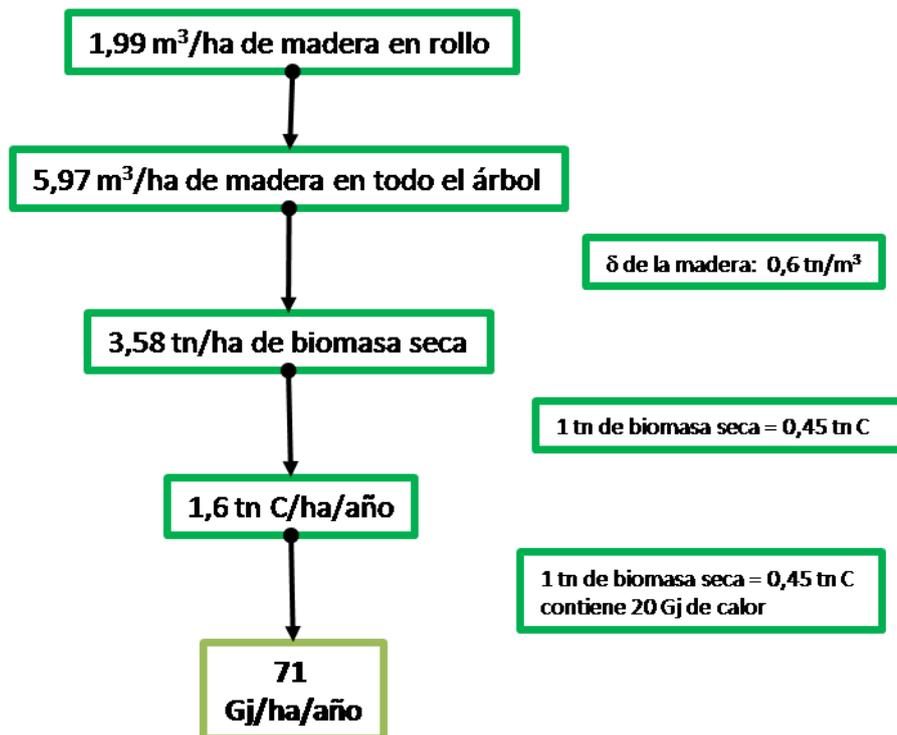


Figura 4. Estimación de productividad media energética a partir del rendimiento forestal.

Entonces para los casos que se estudian se utiliza la productividad energética media mundial de 71 GJ/ha/año debido principalmente a una cuestión práctica ya que en el creciente mundo globalizado en el que vivimos, los artículos consumidos por las empresas o unidades productivas tienen muy diversas procedencias lo que hace muy difícil trabajar con las productividades locales de cada una de ellas. Además, se debe tener en cuenta que, si bien no está contemplado dentro de los objetivos del trabajo, la huella ecológica global corporativa del Alto Valle podrá compararse con unidades productivas de otras partes del mundo.

### 3.4.2 Consumo energético

Se analizan los grupos de categorías de productos y elementos de consumo propios de la unidad productiva. Tales categorías son:

1) Energía (electricidad, combustibles, materiales, materiales de construcción, servicios y desechos). En este contexto se puede separar a la energía, en primaria y secundaria. Las energías primarias representan a aquellas fuentes de energéticas que se extraen de la naturaleza como por ejemplo el gas natural, el petróleo y el carbón mineral entre otros. En cambio se denomina energía secundaria a aquellos productos energéticos (no presentes en la naturaleza como tales) que son producidos a partir de energía primaria o secundaria para adaptarlos a los requerimientos del consumo. Dentro de la energía secundaria encontramos a la energía eléctrica, las naftas y el gasoil entre otros (UNSAM, 2015).

2) Recursos agropecuarios, tales como fertilizantes, plaguicidas y herbicidas.

3) Recursos forestales. Se incluye todo tipo de insumo cuyo origen es la madera. Incluso el consumo de agua para riego puede incorporarse a esta categoría.

#### **3.4.2.1 Cálculo de la huella asociada al consumo eléctrico**

Como energía secundaria, la energía eléctrica se genera a partir de distintas fuentes. Para el presente trabajo se tienen en cuenta datos del año 2015 aportados por CAMMESA y publicados por la Universidad de San Martín donde figura que la generación de energía eléctrica en Argentina es de 46,7% a partir de gas natural, 30,6% a partir de hidráulica, 15,8% combustibles líquidos, 4,8% nuclear, 1,5% carbón mineral y 0,7% renovable.

Para calcular la huella del consumo eléctrico se transforman los kWh consumidos a Gj ( $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ Mj} = 0,0036 \text{ Gj}$ ). Cuando la electricidad es generada a partir de combustibles fósiles (eficiencia del 30%), la huella por unidad energética final consumida es unas 3 veces mayor que cuando se usan los combustibles fósiles directamente. Para este caso es necesario conocer el consumo de electricidad y el tipo de central generadora del cual proviene la electricidad. Los consumos de cada unidad productiva se encuentran disponibles en las facturas de cada distribuidor del servicio.

#### **3.4.2.2 Cálculo de huella asociada al consumo de combustible**

Cuando los combustibles fósiles líquidos se utilizan directamente, se expresa el consumo energético en unidades "Julios" multiplicando el consumo en litros del combustible (nafta o diesel de diferentes tipos) por su contenido energético, 35 Mj/litro (Domenech, 2006).

#### **3.4.2.3 Cálculo de la huella asociada a los materiales**

Los datos del consumo de materiales en Gj se obtienen multiplicando las toneladas de producto consumido por su intensidad energética en Gj/tn. Esta última se fija según lo propuesto por Domenech, quien agrupa a los materiales según su naturaleza.

#### **3.4.2.4 Cálculo de la huella asociada al consumo de materiales de construcción**

Para este caso se asigna un porcentaje a los diferentes conceptos que componen una obra (mano de obra, energía, cemento, materiales siderúrgicos, ligantes bituminosos, materiales cerámicos, madera, cobre y aluminio) según fórmulas polinómicas utilizadas en la revisión de precios de los contratos de obras del Estado y Organismos Autónomos de España.

#### **3.4.2.5 Cálculo de la huella de los vertidos**

Al igual que para los materiales, con su misma intensidad energética, restando el porcentaje de energía que puede recuperarse por reciclaje.

### **3.4.2.6 Huella ecológica del uso del suelo**

Las hectáreas de superficie construida se asignan directamente a "terreno construido".

### **3.4.2.7 Cálculo de la huella asociada al consumo de recursos agropecuarios**

La intensidad energética de los recursos agropecuarios se extrapola a partir de los datos de Wackernagel y de Nerea. Asumimos que estas intensidades incluyen todos los insumos, como abonos químicos, pesticidas, tratamientos, etc.

### **3.4.2.8 Cálculo de la huella asociada al consumo de recursos forestales y agua**

La intensidad energética de los mismos se obtiene, una vez más, de Wackernagel y de Nerea. Se considera al bosque como productor de agua, motivo por el cual el consumo de este recurso se incluye en el área forestal. Para calcular la productividad del agua (en m<sup>3</sup>/ha/año) hay que basarse en los datos de la huella familiar de Wackernagel y su equipo. Un bosque de zonas húmedas (como las de México, donde trabajó este autor) puede generar, en primavera, hasta 1.500 m<sup>3</sup> de agua dulce por hectárea y año (a un nivel de precipitación de 15.000 m<sup>3</sup>/ha/año). Entonces, por ejemplo, el cálculo de la huella del agua, aplicado al consumo de la unidad productiva en estudio sería el siguiente: consumo de agua en m<sup>3</sup> / 1.500m<sup>3</sup>/hectárea = "x" ha, las cuales, multiplicadas por el factor de equivalencia de los bosques, arroja un total de "x" hectáreas/año (Domenech, 2006).

### **3.4.3 Factor de equivalencia y de productividad**

Luego de obtenida la huella de los "cultivos", de los "bosques", de los "pastos", del "terreno construido" y de la "energía fósil", se estima la huella final equivalente usando los factores de equivalencia, los cuales se observan en la tabla 3.III, con el objetivo de normalizar las hectáreas globales (Domenech, 2006).

<b>CATEGORÍA DE TERRENO PRODUCTIVO</b>	<b>FACTOR DE EQUIVALENCIA</b>
<b>Cultivos</b>	2,82
<b>Pastos</b>	0,54
<b>Bosques</b>	1,13
<b>Mar productivo</b>	0,21
<b>Superficie artificializada</b>	2,82
<b>Energía fósil</b>	1,13

Tabla 3.III. Factores de equivalencia según categoría de superficie productiva.

En este sentido, el hecho de que el factor de equivalencia de los bosques sea de 1,13 quiere decir que la productividad de una hectárea de bosque posee, de media, un 13% más de productividad que la media de productividad de toda la superficie de espacio productivo global.

Una vez aplicados los factores de equivalencia a cada categoría de superficie calculada se dispone ya de la huella ecológica expresada en “hectáreas globales” (hag). Ahora si se puede proceder a la suma de todas ellas, y obtener así la huella ecológica total (MAMRM, 2008).

En la tercera etapa se estima el área requerida para absorber las emisiones de CO<sub>2</sub> liberadas por el consumo durante la obtención del producto, también denominada contra-huella.

Para obtener la contra-huella hay que multiplicar las superficies correspondientes a: 1) Cultivos: donde se incluyen las hectáreas correspondientes a las filas con frutales más la cobertura verde del interfilar, 2) Cobertura verde pura: corresponde a zonas con espacio verde de las unidades productivas donde no existen frutales y/o no hay circulación habitual de maquinaria, 3) Forestaciones en macizos o cortinas y 4) Terrenos con construcciones o dedicados a la circulación intensa de maquinaria, por el factor de equivalencia que corresponda y por el factor de productividad local de los suelos locales respecto a la productividad global. Para el caso de este trabajo se considera una productividad local similar a la productividad global. Por lo tanto el factor de productividad bajo esta condición es igual a 1. Para la diferenciación de la superficie con filas de frutales y el área con cobertura verde del interfilar se tiene en cuenta el 65% y 35% de la superficie neta plantada respectivamente. Estas áreas son estimadas mediante el uso del software Google Earth.

En la figura 5 se describe el modelo básico propuesto para el cálculo de huella ecológica relacionada con la producción y consumo del producto.

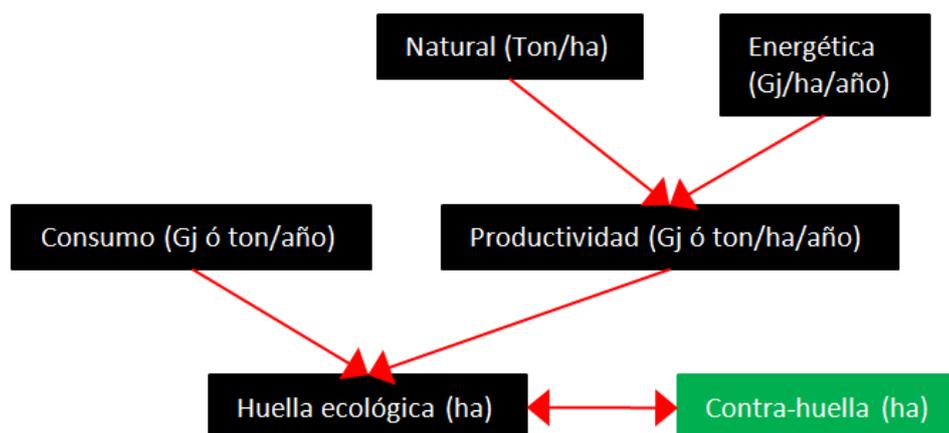


Figura 5. Modelo básico de cálculo de huella ecológica global corporativa.

Con el objetivo de simplificar la recopilación de información se propone utilizar las siguientes variables, consideradas más relevantes, para el análisis de la huella ecológica en el transcurso de un año calendario frutícola o ciclo productivo:

- Consumo de combustibles: Durante todo un ciclo productivo.
- Consumo de gas natural: Durante todo un ciclo productivo.
- Consumo de electricidad: Durante todo un ciclo productivo.
- Consumo de materiales, como por ejemplo: plaguicidas, fertilizantes, herbicidas y fungicidas. Se realizó durante todo un ciclo productivo, aunque la mayoría de su consumo en términos generales se da desde agosto a marzo.

Obtenido el consumo en la unidad correspondiente y conocida la productividad, se calcula la huella, propiamente dicha, de cada tipo de agroecosistema: Por ejemplo: la huella del consumo de semillas se asignará a "terrenos cultivables"; la huella del consumo de leña se asigna a "bosque"; la huella de la ocupación de espacio construido se asigna a "terreno construido" y la huella del consumo de materiales o energía se asigna a "energía fósil".

Si bien la contra huella se estimó a partir de las distintas superficies consideradas en este trabajo, el suelo sin cultivo tuvo un análisis a parte en el cual se observó:

- Biomasa seca del interfilas. Las muestras se tomaron durante el período estival. Las estimaciones de la cantidad de carbono almacenado en los tejidos vegetales se asumen como 50% del extracto seco (Giraldo, L.A. et al. 2006).
- Materia orgánica del suelo en el interfilas. El carbono orgánico del suelo de 0 a 30 cm (t C/ha) se obtiene a partir de análisis de suelo. Como los resultados de laboratorio se expresan generalmente como porcentaje de materia orgánica, dividiendo ese porcentaje por 1,72 se lo transforma en porcentaje de carbono y asumiendo una densidad aparente de 1,30 t/m<sup>3</sup> para el suelo, al multiplicarlo por 39 se lo lleva a toneladas de C/ha (Álvarez, 2006).

La información para el cálculo de las huellas fue obtenida de unidades productivas primarias frutícolas con manejo convencional y otras con manejo orgánico, las cuales están ubicadas en diferentes ejidos municipales a lo largo del Alto Valle. Se realizaron 3 visitas por cada unidad productiva: 1) presentación y explicación de la recopilación de datos mediante planillas preparadas para tal fin y muestreo de suelo para determinar materia orgánica en el laboratorio LASAF, 2) Muestreo de cobertura verde del interfilas para determinar materia seca en CIATI, 3) Encuentro con productores para recopilación de información.

### 3.5 LA VARIABLE RESPUESTA

Los resultados se presentan en primer término como huella ecológica global y contra-huella global (hectáreas globales). Con el fin de ponderar estos valores se estiman las toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea bruta de unidad productiva como expresión para los análisis estadísticos. Para esto se tiene en

cuenta que los bosques considerados ecológicamente productivos poseen un factor de emisión de 1,42 tn de C/ha/año y aplicando la proporción 12 gr C por cada 44 gr CO<sub>2</sub>. La diferencia entre huella y contra-huella concluye en el balance de toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea bruta para cada unidad productiva.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS

#### 4.1.1 Materia seca de cobertura verde del interfililar

Unidad Productiva	Denominación	Extracto seco (gr)	Humedad (%)	Carbono orgánico (gr) <sup>(*1)</sup>
La Magnolia	A (orgánico)	22.9467	77.0533	11.473
Rubén Testa	B (convencional)	20.7038	79.2962	10.351
La Carolina	C (orgánico)	20.1855	79.8145	10.092
Carlos Natalini	D (convencional)	21.3084	78.6916	10.654
Nicolás	E (orgánico)	22.5075	77.4925	11.253
Juan José Ibáñez	F (convencional)	26.4003	73.5997	13.200

(\*1) Las estimaciones de la cantidad de carbono almacenado en los tejidos vegetales se asumen como 50% del extracto seco (Giraldo, L.A. et al. 2006).

Tabla 4.I. Extracto seco, humedad y carbono orgánico en 1 m<sup>2</sup> de cobertura verde del interfililar.

#### 4.1.2 Materia orgánica del suelo

Denominación	MO <sub>0-30</sub> (%) <sup>(*1)</sup>	Carbono orgánico (%)	Interpretación
A (La Magnolia)	2.51	1.46	Medianamente provisto de materia orgánica
B (Rubén Testa)	2.27	1.32	Medianamente provisto de materia orgánica
C (La Carolina)	2.34	1.36	Medianamente provisto de materia orgánica
D (Carlos Natalini)	1.97	1.14	Medianamente provisto de materia orgánica
E (Nicolás)	2.30	1.34	Medianamente provisto de materia orgánica
F (J. José Ibáñez)	1.81	1.06	Medianamente provisto de materia orgánica

(\*1) Método Walkley y Black.

Tabla 4.II. % MO<sub>0-30</sub> y % de Carbono orgánico por unidad productiva.

4.1.3 Experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Tipo de consumo energético” y “Sistema productivo”

Recurso	Sistema productivo	Tratamiento	hag	tn CO <sub>2</sub>	Superficie bruta (has)	tn CO <sub>2</sub> /ha brutas
Electricidad	Convencional	Testa	0,3	1,6	25,4	0,06
Electricidad	Convencional	Natalini	3,3	17,3	13,9	1,24
Electricidad	Convencional	Ibáñez	0,7	3,4	18,3	0,19
Electricidad	Orgánico	La Magnolia	8,6	44,8	70,4	0,64
Electricidad	Orgánico	La Carolina	0,9	4,7	24,2	0,19
Electricidad	Orgánico	Nicolás	5,9	30,8	105,1	0,29
Combustible	Convencional	Testa	9,0	46,9	25,4	1,85
Combustible	Convencional	Natalini	2,8	14,5	13,9	1,04
Combustible	Convencional	Ibáñez	10,3	53,9	18,3	2,94
Combustible	Orgánico	La Magnolia	73,0	380,2	70,4	5,40
Combustible	Orgánico	La Carolina	16,2	84,5	24,2	3,49
Combustible	Orgánico	Nicolás	121,8	634,2	105,1	6,03
Materiales	Convencional	Testa	2,0	10,2	25,4	0,40
Materiales	Convencional	Natalini	1,3	6,6	13,9	0,47
Materiales	Convencional	Ibáñez	0,8	4,3	18,3	0,23
Materiales	Orgánico	La Magnolia	2,6	13,4	70,4	0,19
Materiales	Orgánico	La Carolina	1,0	5,2	24,2	0,22
Materiales	Orgánico	Nicolás	4,0	21,0	105,1	0,20

Tabla 4.III. Tipo de consumo versus sistema productivo.

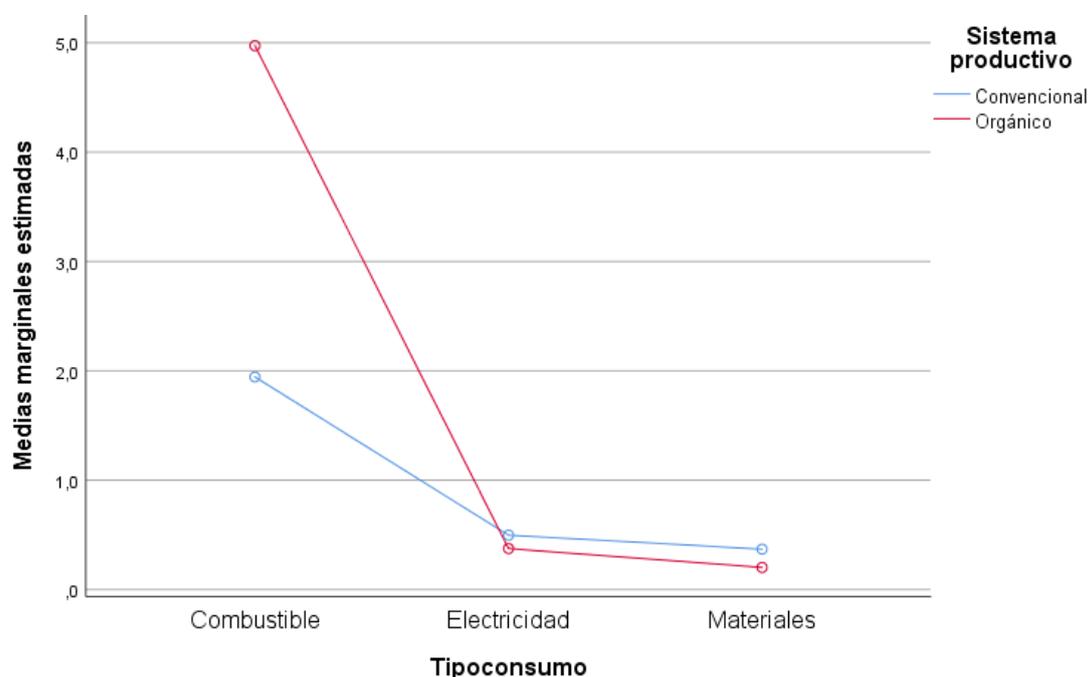


Figura 6. Medias estimadas de producción de tn CO<sub>2</sub>/ha bruta de los tipos de consumo para cada sistema productivo.

Según muestra gráficamente la figura 6 y la tabla 8.XXV de “Estadísticos descriptivos” del anexo 8.2, como análisis preliminar, la media correspondiente al grupo 2.2 (tabla 3.II: sistema productivo orgánico con combustible como tipo de consumo energético), es mayor que para el resto de las distintas combinaciones de grupos. Esto da una conclusión temprana del comportamiento de la variable de respuesta.

Con el objetivo de mejorar las suposiciones de homocedasticidad (igualdad de varianzas) y normalidad, se transformaron los datos de toneladas de CO<sub>2</sub>/ha bruta a su raíz cuadrada. La prueba de homogeneidad de las varianzas de Levene’s y el test de normalidad de Shapiro-Wilk pueden verse en las tablas 8.XXVI y 8.XXVII respectivamente.

El ANOVA de la tabla 8.XXVIII, en primer lugar muestra que existe interacción entre los factores “tipo de consumo energético” y “sistema productivo” ya que el “p” valor es menor a 0,05. Esto significa que el comportamiento de los niveles de uno de los factores no se mantiene constante a través de los niveles del otro factor: el efecto del “sistema productivo” depende del nivel de “tipo de consumo energético” y viceversa, lo cual se puede evidenciar para el grupo 2.2, en donde la producción de CO<sub>2</sub>/ha aumenta considerablemente. Por lo tanto el consumo de energía es afectado por el sistema productivo.

Por otro lado el “p” para el factor “tipo de consumo energético” también es menor a 0,05 o no significativo, queriendo decir que existe variación dentro del grupo considerado.

Por los efectos mencionados es necesario realizar la apertura de la interacción donde se comparan las medias teniendo en cuenta solo el “tipo de consumo energético”, logrando así canalizar el experimento a un ANOVA unifactorial cuyas medias se observan gráficamente en la figura 7.

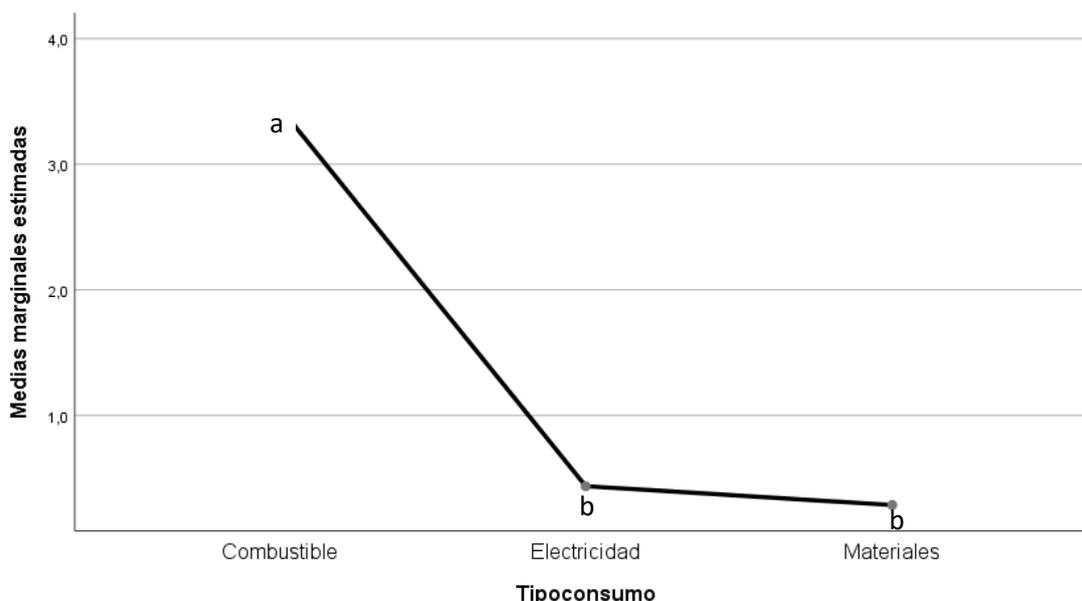


Figura 7. Comparación de medias de producción de tn CO<sub>2</sub>/ha bruta por ANOVA para el factor “tipo de consumo energético”.

En la figura 7 y en la tabla 8.XXIX de estadísticos descriptivos se puede visualizar la diferencia existente entre el consumo de combustibles versus el

consumo de electricidad y materiales. Esta afirmación se confirma con los resultados estadísticos de la tabla 8.XXXI de ANOVA, donde el “p” valor es menor a 0,05, pudiéndose concluir que hay diferencias significativas entre la producción de CO<sub>2</sub> entre los distintos tipos de consumo energético. Luego, al realizar el test de comparaciones múltiples de Tukey (tabla 8.XXXII) se pone en evidencia la diferencia significativamente mayor en la producción de CO<sub>2</sub> por parte de los combustibles.

Luego, en la tabla 8.XXXIII se realiza el análisis de varianza para el factor sistema productivo donde se ve que no existen diferencias significativas para la producción de CO<sub>2</sub> para el consumo de combustibles, electricidad y materiales.

#### 4.1.4 Experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Consumo de distintos tipos de combustibles” y “Sistema productivo”

Combustible	Sistema productivo	Tratamiento	hag	tn CO <sub>2</sub>	Superficie bruta (ha)	tn CO <sub>2</sub> /ha
Leña	Convencional	Testa	7,7	40,3	25,4	1,6
Leña	Convencional	Natalini	0,0	0,0	13,9	0,0
Leña	Convencional	Ibáñez	7,7	40,3	18,3	2,2
Leña	Orgánico	La Magnolia	63,4	330,3	70,4	4,7
Leña	Orgánico	La Carolina	3,9	20,2	24,2	0,8
Leña	Orgánico	Nicolás	99,9	520,1	105,1	4,9
Gas	Convencional	Testa	0,1	0,4	25,4	0,02
Gas	Convencional	Natalini	1,9	9,9	13,9	0,7
Gas	Convencional	Ibáñez	0,2	1,0	18,3	0,1
Gas	Orgánico	La Magnolia	0,7	3,5	70,4	0,05
Gas	Orgánico	La Carolina	7,5	39,0	24,2	1,6
Gas	Orgánico	Nicolás	0,5	2,5	105,1	0,0
Nafta 95 octanos	Convencional	Testa	0,003	0,0	25,4	0,001
Nafta 95 octanos	Convencional	Natalini	0,4	2,1	13,9	0,2
Nafta 95 octanos	Convencional	Ibáñez	0,1	0,4	18,3	0,0
Nafta 95 octanos	Orgánico	La Magnolia	0,8	4,1	70,4	0,1
Nafta 95 octanos	Orgánico	La Carolina	0,7	3,9	24,2	0,2
Nafta 95 octanos	Orgánico	Nicolás	1,1	5,5	105,1	0,1
Diesel común	Convencional	Testa	1,2	6,1	25,4	0,2
Diesel común	Convencional	Natalini	0,5	2,5	13,9	0,2
Diesel común	Convencional	Ibáñez	2,3	12,2	18,3	0,7
Diesel común	Orgánico	La Magnolia	8,1	42,4	70,4	0,6
Diesel común	Orgánico	La Carolina	4,1	21,4	24,2	0,9
Diesel común	Orgánico	Nicolás	20,4	106,2	105,1	1,0

Tabla 4.IV. Tipos de combustibles versus sistema productivo.

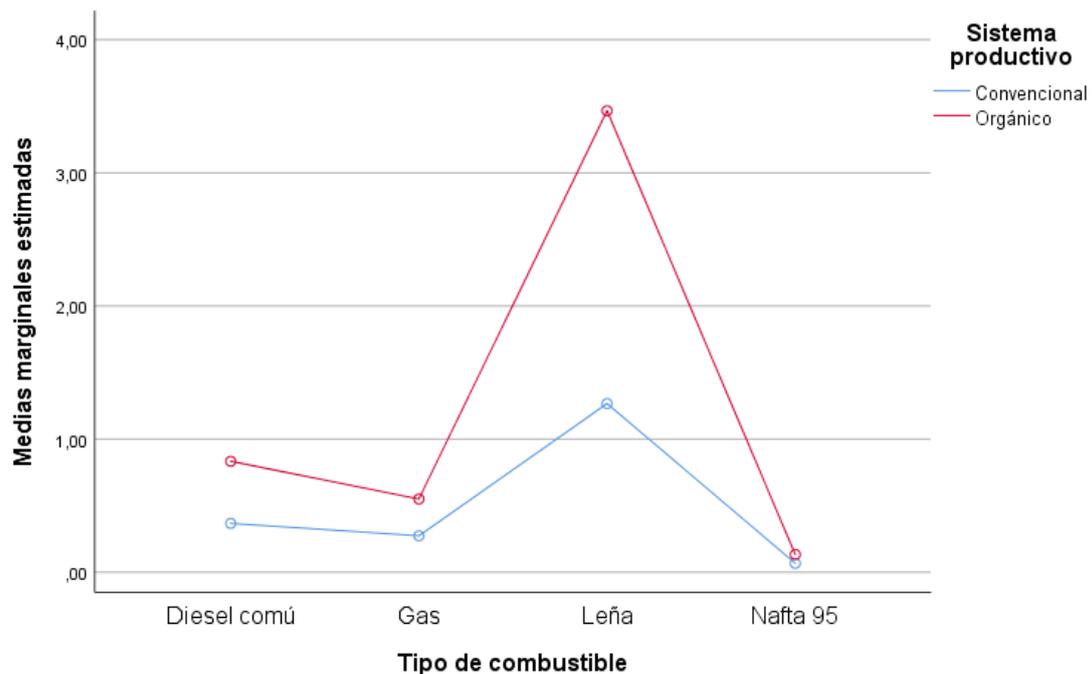


Figura 8. Medias estimadas de producción de tn CO<sub>2</sub>/ha bruta de los tipos de combustible para cada sistema productivo.

La figura 8 y la tabla 8.XXXIV del anexo 8.3 muestran visualmente diferencias entre la producción de CO<sub>2</sub> por consumo de leña, principalmente bajo el sistema de producción orgánico. Si bien no existe una relación directa entre la cantidad de leña consumida y el sistema productivo considerado, es probable que las unidades productivas con sistema productivo orgánico vean reflejado su mayor demanda de mano de obra en el consumo anual de leña, más si no hay acceso a una red de gas natural. Para los casos estudiados solo una de las chacras orgánicas (La Carolina), posee gas natural.

Los test de homogeneidad de varianzas y normalidad se pueden ver en las tablas 8.XXXV y 8.XXXVI respectivamente.

El ANOVA de la tabla 8.XXXVII, en primer lugar muestra que no existe interacción entre los factores “tipo de combustible” y “sistema productivo” ya que el “p” valor es mayor a 0,05. Esto significa que el comportamiento de los niveles de uno de los factores se mantiene constante a través de los niveles del otro factor: el efecto del “sistema productivo” no depende del nivel de “tipo de combustible” y viceversa. Por lo tanto el factor “tipo de combustible” no es afectado por el factor “sistema productivo”.

Por otro lado el “p” para el factor “tipo de combustible” es menor a 0,05, queriendo decir que existe variación dentro de los grupos considerados.

Para realizar las comparaciones a posteriori (como se muestra en la tabla 4.V) cada combinación de factores pasa a ser un grupo, logrando así canalizar el experimento a un ANOVA unifactorial identificados con fines descriptivos, de la siguiente manera:

Grupos	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Conv. leña	Conv. gas	Conv. nafta	Conv. diesel	Org. leña	Org. gas	Org. nafta	Org. diesel

Tabla 4.V. Comparaciones a posteriori para “Consumo de distintos tipos de combustibles” y “Sistema productivo”.

El ANOVA así planteado (tabla 8.XXXIII del anexo 8.4) refleja que existen diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los distintos grupos y el test de Tukey (tabla 8.XXXIX) los compara entre sí. El resultado de esta comparación múltiple se muestra en la figura 9.

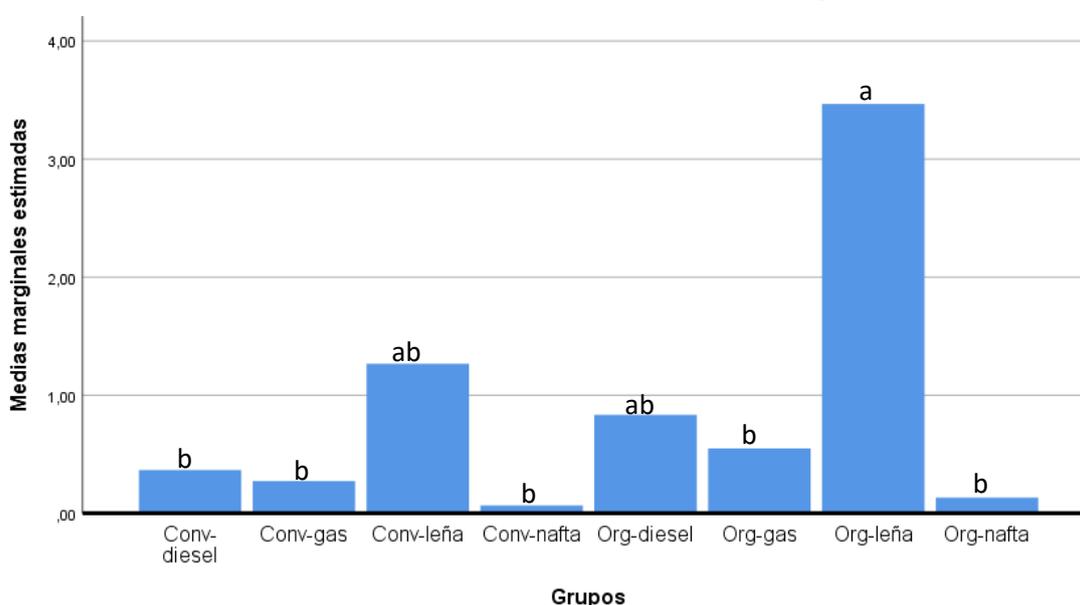


Figura 9. Comparación múltiple de medias de producción de tn CO<sub>2</sub>/ha bruta entre grupos con diferente sistema productivo y tipo de combustible consumido.

Observando el gráfico representado en la figura 9 se distinguen tres niveles de consumo bien marcados. Por un lado y en soledad, el consumo de leña en el sistema orgánico como el más elevado, siguiendo luego los consumos de leña en convencional y los de diesel para el sistema productivo orgánico. El más bajo nivel de consumo se da para los casos de diesel, gas y nafta en convencional al igual que para los casos de nafta y gas en orgánico.

#### 4.1.5 Experimento factorial, donde se comparan 2 (dos) factores, “Consumo de distintos tipo de materiales” y “Sistema productivo”

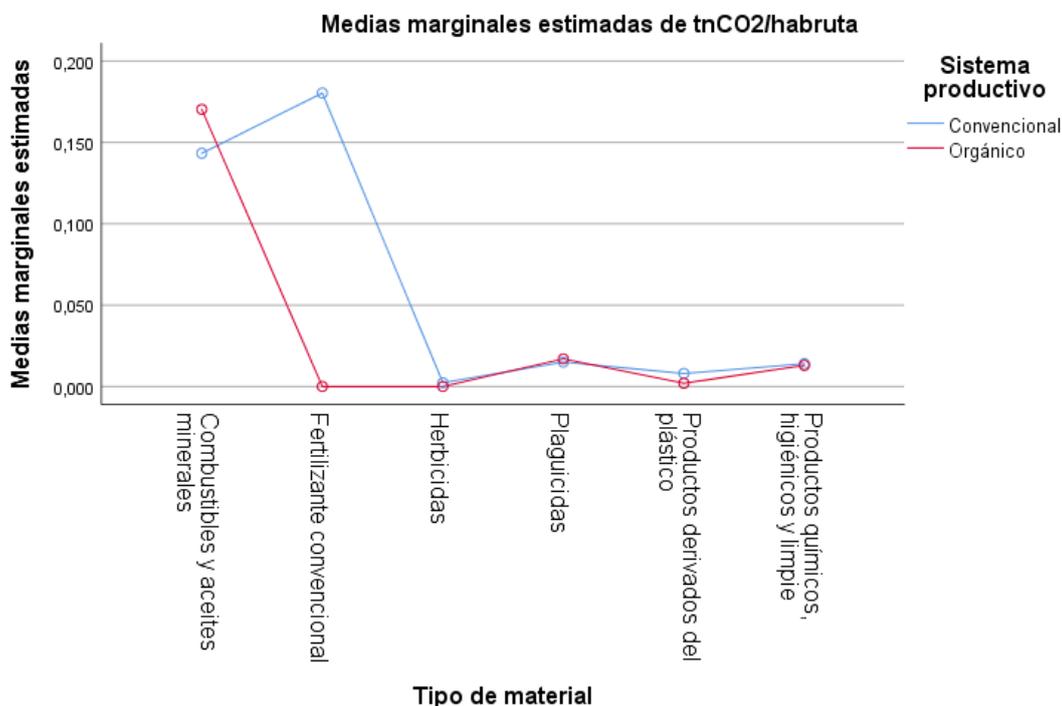


Figura 10. Medias estimadas de producción de tn CO<sub>2</sub>/ha bruta de los tipos de materiales para cada sistema productivo.

Observando la figura 10 y la tabla 8.XL del Anexo 8.5 en los estadísticos descriptivos, en principio puede distinguirse que la cantidad de fertilizantes y aceites para tratamientos fitosanitarios son los materiales más utilizados. Sin embargo, este resultado visual no es suficiente como para decir que la cantidad de CO<sub>2</sub> producido por el consumo de materiales es diferente para los sistemas productivos. Las tablas 8.XLI y 8.XLII de comparación de varianzas y análisis de varianza respectivamente indican que el modelo factorial propuesto no es aplicable. Por esta razón y teniendo en cuenta que el supuesto de igualdad de varianzas se cumple mejor para un modelo unifactorial, es que se comparan las tn de CO<sub>2</sub> producidas por el consumo de materiales en general entre los sistemas productivos orgánico y convencional.

El anexo 8.6, a través de los análisis de varianza correspondientes (Tablas 8.XLV y 8.XLVIII) evidencia que no existen diferencias significativas entre el consumo de materiales en sistemas orgánicos y convencionales. La presencia de outliers hace necesario realizar el análisis con (tablas 8.XLIII, 8.XLIV y 8.XLV) y sin (tablas 8.XLVI, 8.XLVII y 8.XLVIII) la influencia de estos valores numéricos menos habituales (fertilizante convencional y aceites). Bajo estas condiciones de análisis los resultados en cuanto a la comparación en el consumo de materiales no se ve modificada.

**4.1.6 Comparación de dos medias (tn producidas de CO<sub>2</sub> en el consumo de electricidad/ ha bruta) para el factor de tratamiento “Sistema Productivo” (grupos convencional y orgánico)**

Sistema productivo	tn CO <sub>2</sub> /ha bruta
Convencional	0,063
Convencional	1,243
Convencional	0,186
Orgánico	0,637
Orgánico	0,194
Orgánico	0,293

Tabla 4.VI. Consumo de electricidad (expresado como tn de CO<sub>2</sub> producidos en su consumo) versus sistema productivo.

La estimación del consumo de electricidad puede verse en la tabla 4.VI, mientras que el análisis estadístico del anexo 8.7, en la tabla 8.XLIX y la figura 21 evidencian que no existen diferencias significativas entre las toneladas de CO<sub>2</sub> liberadas por el consumo de electricidad para los dos sistemas productivos considerados.

**4.1.7 Comparación de dos medias (Biomasa seca del interfilas) para el factor de tratamiento “Sistema Productivo”**

Sistema productivo	Gr de C orgánico/m <sup>2</sup> de cv del interfilas
Convencional	10.351
Convencional	10.654
Convencional	13.200
Orgánico	11.473
Orgánico	10.092
Orgánico	11.253

Tabla 4.VII. Gramos de Carbono orgánico/ m<sup>2</sup> de cobertura verde del interfilas versus sistema productivo.

Los resultados del análisis de laboratorio, en cuanto a la cantidad de materia seca (expresados en gramos de carbono orgánico) por metro cuadrado del interfilas se observan en la tabla 4.VII. Según muestra la tabla 8.L y la figura 22 del anexo 8.8, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los gramos de carbono por metro cuadrado de cobertura verde del interfilas para los dos sistemas productivos considerados, estimados a partir del extracto seco.

#### 4.1.8 Comparación de dos medias (Materia orgánica del suelo del interfililar) para el factor de tratamiento “Sistema Productivo” (convencional y orgánico)

Sistema productivo	% MO <sub>0-30</sub>
Convencional	2.27
Convencional	1.97
Convencional	1.81
Orgánico	2.51
Orgánico	2.34
Orgánico	2.30

Tabla 4.VIII. Porcentaje de materia orgánica en los primeros 30 centímetros de suelo versus sistema productivo.

Los resultados del análisis de laboratorio de porcentaje de materia orgánica en los primeros 30 centímetros de suelo se observan en la tabla 4.VIII.

Según muestra la tabla 8.LI y la figura 23 del anexo 8.9 no existen diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de materia orgánica en los primeros 30 cm de suelo para los dos sistemas productivos considerados. Sin embargo, se puede observar en la tabla 4.VIII que en una de las chacras con manejo convencional el valor numérico de la variable es similar a la media de las chacras con manejo orgánico lo cual podría llegar a estar condicionando el resultado de comparación de medias. Esta variación podría estar dada por el tipo de suelo en este caso, cuya textura es más arcillosa que en el resto de las situaciones (Tabla 3.I). Es decir que, para el análisis planteado, existe una tendencia en los suelos con manejo orgánico a tener mayor cantidad de MO<sub>0-30</sub>.

#### 4.1.9 Huella ecológica global

En las tablas 8.I a 8.XXIV del anexo 8.1 se expresan en detalle los balances de carbono para cada unidad productiva expresados en tn de CO<sub>2</sub> por ha bruta, mientras que en las figuras 14 a 20 se muestran, con ayuda de imágenes aéreas, las estimaciones de la huella ecológica global de uso del suelo para cada unidad productiva.

En las tablas 4.IX a 4.XIV se muestra la huella y contra-huella expresada en toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea bruta cuya diferencia representa la huella ecológica global para cada unidad productiva.

Consumo de recurso	Huella				Contra-huella				Balance de CO <sub>2</sub> /ha bruta
	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	
Electricidad	3,3	17,3	34,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0	-1,2
Combustibles	2,8	14,5	29,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0	-1,0
Materiales	1,3	6,6	13,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0	-0,5
Suelos	2,1	11,2	22,6	0,8	20,0	103,9	100,0	7,5	6,7
<b>TOTAL</b>	<b>9,5</b>	<b>49,5</b>	<b>100,0</b>	<b>3,6</b>	<b>20,0</b>	<b>103,9</b>	<b>100,0</b>	<b>7,5</b>	<b>3,9</b>

Tabla 4.IX. Hag y t CO<sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de “Natalini”.

Consumo de recurso	Huella				Contra-huella				Balance de CO <sub>2</sub> /ha bruta
	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	
Electricidad	0,9	4,7	4,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0	-0,2
Combustibles	16,2	84,5	75,4	3,5	0,0	0,0	0,0	0	-3,5
Materiales	1,0	5,2	4,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0	-0,2
Suelos	3,4	17,6	15,7	0,7	42,1	219,4	100,0	9,1	8,3
<b>TOTAL</b>	<b>21,5</b>	<b>112,0</b>	<b>100,0</b>	<b>4,6</b>	<b>42,1</b>	<b>219,4</b>	<b>100,0</b>	<b>9,1</b>	<b>4,4</b>

Tabla 4.X. Hag y t CO<sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de "La Carolina".

Consumo de recurso	Huella				Contra-huella				Balance de CO <sub>2</sub> /ha bruta
	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	
Electricidad	0,3	1,6	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0	-0,1
Combustibles	9,0	46,9	65,5	1,8	0,0	0,0	0,0	0	-1,8
Materiales	2,0	10,2	14,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0	-0,4
Suelos	2,5	12,9	18,1	0,5	30,2	157,2	100,0	6,2	5,7
<b>TOTAL</b>	<b>13,8</b>	<b>71,6</b>	<b>100,0</b>	<b>2,8</b>	<b>30,2</b>	<b>157,2</b>	<b>100,0</b>	<b>6,2</b>	<b>3,4</b>

Tabla 4.XI. Hag y t CO<sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de "Testa".

Consumo de recurso	Huella				Contra-huella				Balance de CO <sub>2</sub> /ha bruta
	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	
Electricidad	8,6	44,8	9,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0	-0,6
Combustibles	73,0	380,2	77,5	5,4	0,0	0,0	0,0	0	-5,4
Materiales	2,6	13,4	2,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0	-0,2
Suelos	10,0	52,2	10,6	0,7	114,0	593,7	100,0	8,4	7,7
<b>TOTAL</b>	<b>94,2</b>	<b>490,7</b>	<b>100,0</b>	<b>7,0</b>	<b>114,0</b>	<b>593,7</b>	<b>100,0</b>	<b>8,4</b>	<b>1,5</b>

Tabla 4.XII. Hag y t CO<sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de "La Magnolia".

Consumo de recurso	Huella				Contra-huella				Balance de CO <sub>2</sub> /ha bruta
	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	
Electricidad	0,7	3,4	4,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0	-0,2
Combustibles	10,3	53,9	65,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0	-2,9
Materiales	0,8	4,3	5,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0	-0,2
Suelos	4,1	21,3	25,7	1,2	31,7	164,9	100,0	9,0	7,8
<b>TOTAL</b>	<b>15,9</b>	<b>82,9</b>	<b>100,0</b>	<b>4,5</b>	<b>31,7</b>	<b>164,9</b>	<b>100,0</b>	<b>9,0</b>	<b>4,5</b>

Tabla 4.XIII. Hag y t CO<sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de "Ibáñez".

Consumo de recurso	Huella				Contra-huella				Balance de CO <sub>2</sub> /ha bruta
	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	ha	t CO <sub>2</sub>	%	t CO <sub>2</sub> /has brutas	
Electricidad	5,9	30,8	3,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0	-0,3
Combustibles	121,8	634,2	79,8	6,0	0,0	0,0	0,0	0	-6,0
Materiales	4,0	21,0	2,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0	-0,2
Suelos	20,9	108,7	13,7	1,0	172,4	897,4	100,0	8,5	7,5
<b>TOTAL</b>	<b>152,6</b>	<b>794,7</b>	<b>100,0</b>	<b>7,6</b>	<b>172,4</b>	<b>897,4</b>	<b>100,0</b>	<b>8,5</b>	<b>1,0</b>

Tabla 4.XIV. Hag y t CO<sub>2</sub> de huella y contra huella para cada consumo de recurso planteado de "Nicolás".

Resumiendo aún más, la tabla 4.XV expone los distintos balances de toneladas de CO<sub>2</sub> por superficie bruta por chacra y sistema productivo.

Chacra	Sistema productivo	Balace de CO <sub>2</sub> /ha
Testa	Convencional	3,4
La Magnolia	Orgánico	1,5
Natalini	Convencional	3,9
La Carolina	Orgánico	4,4
Ibáñez	Convencional	4,5
Nicolás	Orgánico	1,0

Tabla 4.XV. Balace de t CO<sub>2</sub>/superficie bruta por chacra y sistema productivo.

Según muestra la tabla 4.XV junto con el test de comparación de medias de muestras independientes del anexo 8.10 (tabla 8.LII y figura 24) es posible observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los balances de CO<sub>2</sub> por hectárea bruta para los dos sistemas productivos considerados.

#### 4.1.10 Rol ambiental de los postes de madera utilizados en el sistema de conducción de los frutales

Aunque el presente trabajo no tiene en cuenta el consumo de bienes amortizables para el cálculo de la huella ecológica global corporativa es importante resaltar a los materiales utilizados para armar los sistemas de conducción de las plantas frutales, sobre todo si se contempla el uso de postes de madera, los cuales se pueden considerar sumideros importantes de carbono si los comparamos con otros lugares donde se realiza la producción frutícola y se suelen usar postes de hormigón.

La tabla XX muestra las toneladas de CO<sub>2</sub>/ha bruta/año de vida útil para los casos considerados.

Chacra	Sistema productivo	tn CO <sub>2</sub> /ha bruta/año vida útil (*1)
Testa	Convencional	0,6
La Magnolia	Orgánico	0,7
Natalini	Convencional	0,7
La Carolina	Orgánico	0,8
Ibáñez	Convencional	0,8
Nicolás	Orgánico	0,7

(\*1) Se consideran 12 años.

Tabla 4.XVI. Capacidad sumidero del sistema de conducción en toneladas de CO<sub>2</sub> estimadas por unidad productiva, por hectárea bruta y año de vida útil.

Al respecto si consideramos a los insumos más importantes utilizados en la construcción de un sistema de conducción, se observa un aporte positivo al balance final de producción de CO<sub>2</sub>.

## 4.2 DISCUSIÓN

### 4.2.1 Consumo de electricidad, combustibles y materiales.

En principio se puede afirmar que, independientemente del sistema productivo considerado, existe mayor producción anual de CO<sub>2</sub> provocado por el consumo de combustibles fósiles que por el consumo de materiales y electricidad.

Luego, si se desglosan los tipos de combustibles fósiles, el consumo de leña en las unidades productivas refleja mayor cantidad de liberación de CO<sub>2</sub>, principalmente en los sistemas productivos orgánicos. En general la leña en las chacras es utilizada en mayor medida para calefacción, mientras que para cocinar se utiliza gas envasado ya que no se cuenta en todos los casos de la zona rural con la posibilidad de tener el servicio de gas natural de red, el cual se concentra más hacia los centros urbanizados. Las distancias a las ciudades y la necesidad de contar con operarios en los establecimientos para realizar las tareas, resultan en el aumento de este recurso, principalmente en los meses de invierno cuando se realizan diversas labores tales como, limpieza de acequias, poda de frutales y mantenimiento de infraestructura entre otras. Sin embargo esta diferencia en el consumo de leña no está ligada exclusivamente a la producción orgánica ya que, por ejemplo, en el establecimiento “La Carolina” manejado bajo este sistema, el consumo de este recurso no es tan elevado. La diferencia en este caso radica en la posibilidad de contar con gas natural de red para calefacción y cocina.

El consumo de leña está más relacionado con la calidad de la habitabilidad de las personas en las unidades productivas, pero desde el punto de vista productivo, el consumo de combustible diesel en sistemas orgánicos es el responsable de mayor producción de CO<sub>2</sub>.

Las toneladas de CO<sub>2</sub>/hectárea bruta producidas por el combustible diesel bajo sistema productivo orgánico son debidas a una mayor necesidad de realizar tratamientos fitosanitarios.

El aspecto fitosanitario en manejo orgánico es una variable relevante en la estimación de la huella ecológica global corporativa a nivel producción primaria. El menor efecto residual en el campo y la mayor especificidad en el espectro de control de los bioplaguicidas utilizados (respecto a los plaguicidas usados en manejo convencional), los niveles de daño de las plagas (tanto primarias como secundarias) y la necesidad de cobertura casi constante, hacen que permanentemente la maquinaria dedicada a las labores fitosanitarias estén activas, con el consiguiente aumento en la demanda de combustible diesel.

Bajo este escenario de aumento de la huella ecológica causado por el consumo de combustible diesel para mover la maquinaria dedicada a las pulverizaciones fitosanitarias, es que se puede pensar en el uso de biocombustibles para suplementar total a parcialmente esta demanda. Sin embargo hoy en día existen muchas controversias respecto a la utilización de

este insumo derivado, en un principio, de residuos de biomasa (organismos vivos o sus desechos metabólicos).

Pimentel y col. (2005) afirman que para la producción de etanol de maíz se requieren 1,29 galones de combustible fósil por galón de etanol producido y la producción de biodiesel de soja requiere 1,27 galones de energía fósil por galón de biodiesel producido.

La producción de biocombustibles a nivel comercial ha creado diversas opiniones dependiendo de la escala, ya que se ha evidenciado que en torno a su producción se genera un impacto que tiene implicaciones económicas, sociales, políticas y ambientales, sobre las cuales hay que hacer análisis detallados para poder concluir y evaluar si su producción es positiva o negativa para una determinada región. Es importante que desde la bioética se haga un análisis relacionado con la implementación de esta tecnología y se den aportes que permitan encontrar un punto de equilibrio entre el desarrollo tecnológico y la sostenibilidad de las áreas geográficas donde se lleva a cabo la producción de biocombustibles (Wilches, 2011).

El consumo anual de materiales no parece ser una variable que refleje una gran producción de CO<sub>2</sub> para los sistemas productivos considerados. Sin embargo, a nivel visual se puede observar mayor consumo de fertilizantes (inorgánicos) en el manejo convencional y también mayor consumo de aceite para tratamientos fitosanitarios en los dos sistemas productivos considerados. Por otro lado es importante destacar que para los sistemas productivos orgánicos hay una tendencia a generar menor cantidad de envases de agroquímicos vacíos debido principalmente a la posibilidad de retornar los recipientes a granel luego de ser utilizados. Esta práctica podría incorporarse a las unidades productivas sin certificación orgánica para lograr el mismo efecto. Si bien la fertilización con productos químicos de síntesis es exclusiva de sistemas productivos convencionales, las enmiendas con material orgánico compostado pueden darse para ambos sistemas productivos.

#### **4.2.2 Cobertura verde del interfilas y materia orgánica del suelo.**

La cobertura verde o espontánea de los interfilas es considerada sumidero de CO<sub>2</sub> debido a que las especies que la componen no son extraídas del sistema, permaneciendo en el sitio mientras exista aporte hídrico.

Si el riego no es excesivo y contempla los requerimientos de lixiviación, con drenaje adecuado y agua de riego de buena calidad, disminuyen los riesgos de salinización del suelo. Por lo tanto el uso de riego gravitacional, como el mayormente utilizado en los establecimientos frutícolas, con precios del agua accesibles, y sistemas de cultivos mejorados, es esencial para aprovechar los beneficios en el mejoramiento de la productividad y en el secuestro de carbono del suelo (Mendía, 2015).

El agua de riego también puede ser un agente transportador de semillas, lo cual aporta a la diversidad vegetal del interfilas. Si bien en este trabajo no se evaluó la agrobiodiversidad, en general se pudo observar que en aquellos lugares donde se realiza un manejo más proteccionista del suelo aparece, de manera espontánea, mayor riqueza de especies. Esto no es exclusivo de establecimientos certificados formalmente como orgánicos, sino que en casos

de sistemas convencionales también se observan manejos sostenibles del suelo, es más, pueden existir casos de chacras orgánicas con manejo convencional del suelo.

Esto significa que la capacidad de sumidero de carbono del suelo está dada principalmente por el tipo de manejo que se realice en los establecimientos, siendo la cobertura verde del interfilas una acumulación potencial de este elemento, que si no es manejado bajo condiciones de buenas prácticas agrícolas, puede perderse producto de las labores mecánicas excesivas que generan aireación y oxidación (Holzmann, 2010).

Las buenas prácticas agrícolas o la gestión sostenible de las chacras como son: no dejar el suelo descubierto, utilizar cantidades exactas de fertilizante en el momento y en el lugar exacto, no quemar residuos de cosechas y reducir las labores mecanizadas, supondrían dejar de emitir millones de toneladas de gases de efecto invernadero en términos globales (Espada Carbó, 2013). Por esto, se ha establecido un Código de Buenas Prácticas Agrarias relativas a la protección del suelo, al mantenimiento de la materia orgánica y de la estructura del suelo y a la conservación de los hábitats y del paisaje, incluida la protección de los pastos permanentes.

Mendía y col. (2017) afirman que la fruticultura bajo riego por manto con cobertura vegetal plena en el interfilas es una técnica de manejo excelente para controlar las emisiones gaseosas y contribuir a la mitigación del calentamiento global.

Respecto a la materia orgánica del suelo, Holzmann (2010) afirma que las diferencias entre los manejos convencionales versus proteccionistas queda marcada por el contenido de materia orgánica, dentro de los indicadores químicos. Y además refuerza concluyendo que los suelos con tratamiento cultural enmarcado en la producción de tipo proteccionista, presentan índices de calidad de suelos mayores que aquellos culturalmente trabajados en forma convencional.

Aruani y col. (2006) observaron que tratamientos de siembras en los interfilares con alfalfa (*Medicago sativa*) y festuca (*Festuca arundinacea*), sin laboreo profundo del suelo, mostraron un incremento en la disponibilidad de nitrógeno total y materia orgánica hasta los 15 centímetros respecto a los tratamientos con vegetación espontánea y con pasada doble de rastra de disco al final del invierno.

De esta manera se confirma que en suelos con manejo proteccionista, en donde se hace énfasis en la no labranza y el manejo de las coberturas verdes o vegetación espontánea de los interfilares, promueven un aumento de la materia orgánica.

La capacidad del suelo para almacenar carbono es importante debido al material vegetal acumulado en descomposición, pasando a denominarse carbono del humus. La poda de los árboles y las hojas caducas puede contar como pérdida de carbono del cultivo si se retira de la plantación o se quema, mientras que, si la poda se descompone naturalmente en el suelo, se convierte en un medio eficaz de inmovilización de CO<sub>2</sub> a largo plazo. De hecho, un año después de agregar los residuos vegetales a la tierra, la mayor parte del carbono vuelve a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub>, sin embargo, de una quinta a

una tercera parte del mismo permanece en el suelo, ya sea como biomasa viva o como el humus del suelo (Brady et al, 2004).

#### **4.2.3 Balance de toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea bruta**

Como se mencionó anteriormente es posible identificar los puntos de liberación de CO<sub>2</sub> críticos y trabajar sobre ellos con el objetivo de disminuir la huella ecológica. El consumo de leña en primer lugar y el de combustible diesel utilizado principalmente para la realización de los tratamientos fitosanitarios representan los sectores donde se tiene que poner mayor énfasis para lograr menos emisiones de GEI, siendo estos puntos los responsables de las diferencias en los balances de toneladas de CO<sub>2</sub>, que de todas maneras los mantiene en valores positivos, es decir que, la liberación de CO<sub>2</sub> sigue siendo menos que la absorción por los denominados sumideros. Al respecto, la intervención sobre la contra- huella también es una oportunidad para aumentar la absorción de CO<sub>2</sub> y en este sentido el uso del suelo juega un papel importante.

Si se analiza la superficie según el uso del suelo para cada unidad productiva, se observa que no varían demasiado los porcentajes de ocupación utilizando este criterio independientemente del sistema productivo. De hecho el suelo dedicado al cultivo está entre 76 y 82% (incluye filas de frutales y cobertura verde del interfilas), 7,8 a 8,5% de cobertura verde pura (zonas con espacio verde donde no existen frutales y/o no hay circulación habitual de maquinaria), del 3 al 7% de superficie ocupada por alamedas, superficie con construcción entre 0,1 y 0,6% y circulación de maquinaria entre 3 y 11%. En la Tabla 8.LXVI pueden observarse estos valores con mayor detalle, y en la figura 25 se muestra gráficamente los promedios de porcentajes para cada uso del suelo. Es más, según la variable "uso del suelo" el 93% aproximadamente de la superficie bruta de los establecimientos aportan como contra-huella al balance final.

En consecuencia, la extensión del concepto de huella de carbono a la agricultura, se debe hacer teniendo en cuenta que este sector, junto al forestal y el ecosistema marino, son los únicos que tienen capacidad de absorber o remover CO<sub>2</sub> de la atmósfera, lo que nos lleva a hablar de "balance de carbono" en lugar de "huella de carbono", ya que en muchos de los cultivos agrícolas, dependiendo de las técnicas de producción, se obtiene un balance positivo comportándose como sumideros netos de CO<sub>2</sub>, es decir, fijan más CO<sub>2</sub>, que el que se emite en su producción (Espada Carbó, 2013). Así es que, relacionando estas variables surgen otros indicadores interesantes como puede ser la eco-eficiencia.

#### **4.2.4 Medidas para disminuir la producción de CO<sub>2</sub> por el consumo de leña**

En primer lugar el acceso al gas natural en la zona rural constituye la medida central para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la combustión de leña. Para este caso el gasto energético generado en la instalación y mantenimiento de la infraestructura necesaria, como todo servicio público, debe ser contemplado en la huella ecológica global de la sociedad mediante un sistema con amortización.

Todo lo que favorezca a minimizar la pérdida de calor de la casa, su mantenimiento generado dentro de ella junto con la eficiencia en su producción y su acumulación durante las horas del día, puede ayudar a disminuir el consumo de leña y por ende generar menos producción de CO<sub>2</sub>.

Espinoza (2009), en su trabajo realizado sobre viviendas de la zona alto andina del Perú, realiza diferentes modificaciones constructivas con el objetivo de acercarse a las temperaturas de confort (15°C). Tales modificaciones pueden replicarse para las viviendas de las distintas unidades productivas que no poseen gas natural. Las propuestas para estos casos son:

- Todos los ambientes deben tener techo aislante.
- Claraboyas de policarbonato en sala común, cada una de 1,2 metros x 1 metro, las cuales se cubren de noche. No es necesario aislar pisos.
- En los dormitorios pisos aislados y sin claraboyas en el techo.
- Invernaderos: uno adosado a los dormitorios y otro adosado a la sala y la cocina.
- En la cocina: fogón con mayor eficiencia en el consumo de leña y con baja producción de humo.

Paralelamente, si fuese necesario, podría incluirse la instalación de estufa a la leña de alto rendimiento (Battro, 1994) en la sala común. El funcionamiento de estas estufas se basan en:

- Están construidas de un material (ladrillo refractario) que tiene una gran capacidad de absorber el calor, acumularlo y luego entregarlo lentamente.
- La temperatura de combustión es muy alta y el recorrido de los gases dentro de la estufa es muy largo antes de salir por la chimenea, lo que permite que se efectúe una combustión muy completa.
- Deja casi todo el calor dentro de la casa antes de salir por la chimenea a calentar el cielo.

Importante que la leña este seca debido a que si ocurre lo contrario parte de la energía calórica liberada se pierde en evaporar el agua.

#### **4.2.5 Medidas para disminuir la producción de CO<sub>2</sub> por el consumo de combustible diesel.**

La mayor cantidad de tratamientos fitosanitarios en la actividad frutícola del alto valle de Río Negro y Neuquén apuntan al control de *Cydia pomonella* o "carpocapsa" como plaga principal, lo cual se traduce en horas máquinas y por ende consumo de combustible diesel y producción de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, existen plagas denominadas secundarias como así también enfermedades criptogámicas que también deben ser controladas con el correspondiente consumo de energía.

Las acciones que influyen directa o indirectamente en el nivel poblacional de organismos fitófagos y que por ende tienen relación con el consumo de combustible diesel mediante los tratamientos fitosanitarios son las

que deben incorporarse al manejo habitual del agroecosistema. Estas pueden ser:

- Control integrado de la plaga, es decir, utilizar todas las herramientas tecnológicas disponibles con el objetivo de disminuir su población partiendo principalmente del conocimiento de su ciclo biológico. Se trata de actuar sobre el “por qué aparecen” las plagas, en lugar de pensar en el “con que controlar” una vez que el nivel poblacional de la plaga alcanza valores que pueden perjudicar al cultivo.

- Trabajar con herramientas de monitoreos de plagas, donde se realizan tratamientos en función del posible daño económico.

- Incorporar a mediano plazo del uso de combustible biodiesel. Sobre todo si se tiene en cuenta que la biomasa para su fabricación podría cultivarse bajo sistemas orgánicos donde en principio, las emisiones de GEI son más bajas. Como se mencionó anteriormente se debe evaluar bajo que contexto se realiza la producción de biodiesel, ya que la liberación de CO<sub>2</sub> en su etapa de obtención debe ser menor a la liberación del mismo GEI utilizando combustible fósil de manera directa. La producción de biodiesel a partir de microorganismos y desechos industriales puede ser una alternativa menos dañina al entorno que las procedentes de los cultivos oleaginosos (Otero-Rambla et al, 2001). Esta afirmación solo puede confirmarse si el biocombustible no es obtenido a partir de decisiones que afecten la salud de las personas y del ambiente.

- El manejo de la agrobiodiversidad ofrece otras funciones ecológicas además de la regulación biótica que aportan a la búsqueda del equilibrio del agroecosistema. A diferencia de otros cultivos, la fruticultura cuenta con la posibilidad de mejorar y mantener la biodiversidad genética dentro de las plantaciones, ya sea a través de la vegetación espontánea de los interfilares, denominada habitualmente cobertura verde del interfilare, o bien desde otras especies vegetales que cumplen funciones agronómicas dentro de las unidades productivas tales como las alamedas cuyo principal objetivo es ralentizar el efecto de los vientos sobre las plantas frutales. Incluso, en la actualidad, se están realizando varias experiencias con la introducción de especies animales como por ejemplo bovinos. Por lo tanto el diseño y manejo de la biodiversidad dentro de los agroecosistemas incluye a la diversidad productiva o planificada (animales y/o cultivos), el resto de la vegetación, la biota funcional que vive en el suelo y los demás organismos que cohabitan con dichas plantas (beneficiosos, dañinos y otros), incluyendo los que son introducidos como parte del manejo (controladores biológicos, micorrizas, polinizadores, entre otros) (Sarandón, 2014).

- Crear las condiciones para mejorar y/o mantener la trama trófica de un agroecosistema, la vegetación cultivada y espontánea conforma el primer nivel trófico, el de los organismos autótrofos. Luego, los fitófagos potencialmente plagas forman parte del segundo nivel trófico (organismos heterótrofos), dado que encuentran su fuente de alimentación en la vegetación. A su vez, estos organismos fitófagos son fuente de alimento para los predadores y parasitoides que conforman el tercer nivel trófico. Por último, es posible encontrar organismos que componen un cuarto nivel trófico. En este nivel encontramos, además de algunos predadores, a los hiperparasitoides, los

que parasitan y se desarrollan alimentándose de los parasitoides. A aquellos organismos que a través de una relación de predación o parasitismo (parasitoides e hiperparasitoides) se alimentan de insectos perjudiciales y pueden contribuir a su control en los agroecosistemas se los denomina enemigos naturales (Paleologos et al, 2014).

En el Alto Valle existe comprobada evidencia del control biológico a partir de enemigos naturales de carpocapsa. Las investigaciones se centran en el estudio a campo y laboratorio de cuatro especies de parásitos de carpocapsa, y de su potencial para ser empleadas en un futuro cercano en la región. Estos insectos son: *Goniozus legneri* (Hymenoptera: Bethyilidae), especie autóctona para la cual se deberá estudiar su mejor “estrategia de conservación” en los montes frutales; *Ascogaster quadridentata* (Hymenoptera: Braconidae) y *Mastrus ridibundus* (Hymenoptera: Icheumonidae), dos especies exóticas importadas del sur de Kasajstán (región de origen de la manzana y de la carpocapsa), y finalmente *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que es un parásito oófago empleado en “estrategias de control biológico inundativo” (Garrido et al, 2007).

Fuera de lo que corresponde al manejo agronómico del agroecosistema, está demostrado que se puede reducir la emisión de humos y partículas, si se reduce el contenido de compuestos aromáticos del combustible diesel (Bermúdez Tamarit et al, 2003).

## 5 CONCLUSIONES

Al comparar los sistemas productivos orgánicos y convencionales respecto al consumo energético y producción de CO<sub>2</sub> se identifica que los combustibles, en particular de leña y combustible diesel bajo sistema orgánico, producen más CO<sub>2</sub> que los consumos de electricidad y materiales en el transcurso de un año agrícola o ciclo productivo.

Por lo tanto, si se habla en términos de certificación, sea orgánica o convencional, no implica directamente manejo sustentable de los recursos.

Si bien las cantidades de biomasa seca en los interfilares de los frutales no se ve modificada de un sistema productivo a otro, el manejo de suelo respaldado principalmente por un menor laboreo, tienden a mayores porcentajes de materia orgánica en los primeros 30 centímetros de suelo en los sistemas orgánicos, aportando de esta manera mayor capacidad de ser sumidero de carbono.

El balance de CO<sub>2</sub> en sistemas orgánicos es menor, debido principalmente a un mayor consumo energético proveniente de una mayor demanda de combustible diesel.

Sin tomar en cuenta la biodiversidad de la cobertura verde de los interfilares de plantas frutales, se puede afirmar que la tendencia es a mantener mayores porcentajes de materia orgánica en los primeros 30 centímetros de suelo en manejos de suelo en los cuales las labranzas son nulas o apuntan a la aireación mediante labranzas verticales.

La huella ecológica global corporativa en la producción primaria de frutas es un indicador de sostenibilidad que puede ser usado para monitorear el consumo energético de la actividad para convertirse en una herramienta de comunicación accesible al ciudadano para por ejemplo, exigir derechos bajo un contexto ambiental y/o identificar cuáles son sus virtudes desde un punto de vista no territorial.

A su vez, es posible afirmar que el sistema productivo agroclimático frutícola del Alto Valle de Río Negro y Neuquén es considerado viable para introducir conceptos de agricultura regenerativa, tales como: manejo de la biodiversidad en lo que respecta a especies vegetales en el interfilare, enriquecimiento de la microbiología del suelo y especies animales entre otras.

## 6 DESAFÍOS

Los indicadores de sostenibilidad como la huella ecológica corporativa y/o el balance de CO<sub>2</sub>, no forman parte en general del vocabulario en el ámbito de la actividad frutícola primaria, por lo que incluir el registro de información para su cálculo en los cuadernos de campo le daría un valor agregado extra, siendo de utilidad además para la toma de decisiones.

Por lo tanto, crear el hábito a los productores y/o responsables de cada unidad productiva a realizar registros que tengan que ver con el cálculo de la huella ecológica corporativa de los establecimientos frutícolas e incluir otros

consumos como los servicios, entre varios otros, resulta en uno de los desafíos más fuertes que emana de este trabajo.

Por parte de las instituciones públicas y/o privadas es importante gestionar mediante políticas ambientales los impuestos de carbono ó los programas de transacción de derechos de emisión, para por ejemplo, poder implementar barreras técnicas a la importación de los mismos productos que incluyen exigencias sobre niveles de eficiencia energética. Asimismo, es posible clasificar los productos en función de su balance de CO<sub>2</sub> en lugar de la huella ecológica propiamente dicha. Esta iniciativa y su correspondiente etiqueta, permite hacer público el resultado final o balance de CO<sub>2</sub> del producto agrícola. Además, estos valores de eco-eficiencia pueden variar de una zona a otra dependiendo de varios factores.

La cantidad total de CO<sub>2</sub> fijado durante un año, por un cultivo agrícola, depende de numerosos factores entre los que destacan las características genéticas, las condiciones de crecimiento (edafoclimatológicas) y el manejo del cultivo, por lo que es necesario que los datos a futuro sean los propios de la región. Asimismo, es posible aprovechar ciertas cualidades intrínsecas sobresalientes de cada zona como puede ser la capacidad de asimilación de carbono del suelo, para invertir en la instalación de riego mecanizado el cual además de lograr una lucha activa contra heladas tardías, mejora la eficiencia hídrica de riego.

Si bien la huella ecológica corporativa aporta valiosa información como indicador de sostenibilidad a escala global, resulta necesario profundizar y manejar información local que contemple otras dimensiones además de las ambientales como son técnicas socio-culturales y económicas. Por lo tanto, la metodología planteada en este trabajo busca identificar aspectos que quizás merecen un análisis más detallado.

La fruticultura del futuro debe incluir como objetivo fundamental la adaptación a los efectos del cambio. El logro de este objetivo debe implicar la mejora continua en la totalidad del sector para que el balance de carbono sea cada vez más positivo, es decir, mitigar la liberación y fomentar la captación de CO<sub>2</sub> de los sistemas agrícolas, en donde se fije más CO<sub>2</sub> necesitando menos emisión para la producción y transporte hasta los centros de consumo.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. A. & Nicholls C. I. (2012). Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7 (2), 65-83.
- Álvarez, R. (2006). Balance de carbono en los suelos. Rafaela, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.
- Argentina. Ministerio de Agroindustria (2016). Resolución 374-2016 Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Agroalimentaria.
- Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2019). Inventario nacional de gases de efecto invernadero. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Moreira Muzio, M., Gaioli F. & Galbusera S.
- Aruani, M. C., Sánchez, E. & Reeb, P. (2006). Cambios en las propiedades de un suelo franco bajo producción orgánica de manzana utilizando coberturas vegetales. *Cl suelo (Argentina)*, 24 (2), 131-137.
- Badii, M. H. (2008). La huella ecológica y sustentabilidad. *Daena: International Journal of Good Conscience*. 3 (1), 672-678.
- Battro, P. (1994). Estufa a leña de alto rendimiento. Chubut: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Bermúdez Tamarit, V. R. & Martínez Martínez S. (2003, octubre-diciembre). Efecto de la composición de gasoil sobre las emisiones contaminantes. 21 (6). Ingenierías, p. 18.
- Caselles Moncho, A., Carrasco Esteve, M., Martínez Gascón, A. & Coll Ribera, S. (2008). La huella ecológica corporativa de los materiales: aplicación al sector comercial. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*. 1, (4), 1-23.
- Chile. CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2009). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios Santiago: Schneider H. & Samaniego J.L.
- Colombia. Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales (2003). Factores de emisión de los combustibles colombianos, Informe final presentado a Unidad de Planeación Minero Energética. Bogotá.
- Domenech Quesada, J. L. (2007). Cálculo de la huella ecológica corporativa. En J. L. Domenech Quesada, *Huella ecológica y desarrollo sostenible* (pp. 75-114). Madrid: Asociación española de normalización y certificación.
- Dussi, M. C., Fernández, C., Flores, L. (2018). Hacia el uso sustentable de la energía en los agroecosistemas. *Cadernos de Agroecología*. 13 (1).
- Ensinck, M. G. (2017, Mayo 5). Por normas ambientales Europa quiere frenar exportaciones argentinas. *El cronista*. Sección negocios. Extraído el 12 mayo,

2017 de <http://www.cronista.com/amp/negocios/Por-normas-ambientales-Europa-quiere-frenar-exportaciones-argentinas-20170505-0045.html>

- España. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. (2013). Los árboles frutales como sumideros de CO<sub>2</sub> desempeñan un importante servicio ambiental. Aragón: Espada Carbó J. L.
- España. Ministerio de ambiente y medio rural y marino. (2008). Análisis de la huella ecológica de España. Madrid: Gullón Muñoz, N. & Moratilla, F. E.
- Espinoza, R., Saavedra, G., Huaylla, F., Gutarra, A., Molina, J., Barrionuevo, R. & Lau, L. (2009). Evaluación experimental de cambios constructivos para lograr confort térmico en una vivienda alto andina del Perú. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. 13, 31-139.
- Ewing, B., Reed, A., Rizk, S. M., Galli, A., Wackernagel, M., & Kitzes, J. (2008). Calculation methodology for the National Footprint Accounts. Oakland: Global Footprint Network.
- Flores, L. B., Dussi, M. C., Giménez, G. & Barrionuevo, M. (2018). Aportes a la comprensión de la sustentabilidad en fruticultura. *Cadernos de Agroecología*. 13 (1).
- Garrido, S., Cichón, L., Fernández, D. (2007). Control biológico de carpocapsa. *Revista Fruticultura y Diversificación*. 54, p 28.
- Giraldo, L.A., Zapata, M. & Montoya, E. Estimación de la captura y flujo de carbono en silvopastoreo de Acacia mangium asociada con Brachiaria dyctioneura en Colombia (2006). *Pastos y Forrajes*. (29), 4, 421-435.
- Gliessman, S.R., Rosado-May, F.J., Guadarrama-Zugasti, C, Jedlicka, J., Cohn, A., Mendez V.E., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C. & Jaffe R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16 (1), 13-23.
- González, A. D., Carlsson-Kanyama A. (2007). Emisiones de gases de efecto invernadero con alto potencial de calentamiento global: El sector agropecuario. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. 11, 7-14.
- Griffa, B., Marcó L. (2016) ¿Cómo se genera la energía eléctrica en nuestro país? Centro de Investigación en Economía y Planeamiento Energético. Universidad de San Martín. 18, 1-6.
- Hirzel Campos, J., Salazar Sperberg, F., (2016). Guía de manejo y buenas prácticas de aplicación de enmiendas orgánicas en agricultura. Chillán, Chile: Instituto de Investigación Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu.
- Holzmann, R. (2010). Desarrollo y evaluación de un índice de calidad de suelo en montes de pera manejados bajo dos sistemas de producción, convencional y orgánico, en el Alto Valle de Río Negro. Tesis para optar al grado académico de Magister Scientiae en Fruticultura de Clima Templado-Frío, Università degli Studi di Bologna, Universidad Nacional del Comahue, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Río Negro, Argentina.
- Mendía, J. (2017). Contribución al conocimiento del balance regional de carbono en la fruticultura del alto valle de Río Negro. Manuscrito no publicado.

- Mendía, J., Jockers, E., González, A., Percz, Z., Forquera, J. & Sheridan, M. (2017, agosto). Balance del carbono en chacras regadas del Valle de Río Negro, Argentina. Ponencia presentada en el Tercer Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental, Santa Fe, Argentina.
- Mendía, M., Percz C., Gonzalez Terán D., Sheridan M. & Muñiz, J. (2015). Secuestro de carbono orgánico en chacras regadas en el Valle de Río Negro, Argentina. Cinco Saltos, Argentina: Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias, INTA, Agencia de Extensión Cipolletti.
- Otero-Rambla, M. A., Faife-Pérez, E., Álvarez-Delgado, A. (2011) Impacto ambiental de la producción de agro-combustibles. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*. 45 (2), 19-27.
- Paleologos, M. F. & Flores, C. (2014). Principios para el manejo ecológico de plagas. En S. Sarandón & C. Flores (Eds.), *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables* (pp. 260-282). La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Pardo, V. E. (2014). Aplicación de la herramienta EX -ACT para el cálculo del balance de carbono en un proyecto de incremento de la superficie forestal en la provincia de Mendoza mediante el uso de cortinas forestales en los cultivos de vid. Tesina de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- Pimentel, D. & Patzek, T. (2005). Ethanol production using corn, switchgrass and wood: biodiesel production using soybean and sunflower. *Natural Resources Research* 14 (1), 65–76.
- Sarandón, S. J. & Flores C. C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología* 4, 19-28.
- Wackernagel, M. (1998). The ecological footprint of santiago de chile. *Local Environment*. 3 (1), 7-25.

8 ANEXO



Figura 11. Marcación de las filas destinadas a muestreos.



Figura 12. Muestreo de cobertura verde para realizar extracto seco.



*Figura 13. Muestreo de suelo para realizar MO<sub>0-30</sub>.*

**8.1 ESTIMACIÓN DE HUELLA ECOLÓGICA GLOBAL CORPORATIVA EN LAS DISTINTAS UNIDADES PRODUCTIVAS A PARTIR DE: 1) CONSUMO ANUAL DE ENERGÍA, 2) CONSUMO ANUAL DE COMBUSTIBLES, 3) CONSUMO ANUAL DE MATERIALES Y 4) USO DE SUELO.**

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)			
<b>1. ENERGÍA</b>																
<b>1.1 Electricidad</b>																
. Térmica de carbón mineral	(kWh)	446			5		55	0,107729							0,111	
. Térmica (combustibles líquidos)	(kWh)	5032			60		71	0,9684271							0,968	
. Térmica de gas (ciclo combinado)	(kWh)	14873			178		93	2,1852551							2,185	
. Nuclear	(kWh)	1529			6		90			0,03309					0,033	
. Hidráulica	(kWh)	9745			35		1000			0,01898					0,019	
. Mini-hidráulica	(kWh)						150									
. Eólica	(kWh)	111			0		60000			3,6E-06					4E-06	
. Fotovoltaica	(kWh)	111			0		1500		0,0007549						8E-04	
. Solar térmica	(kWh)						25000									
Subtotal 1.1.															3,3	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )															17,3	

Tabla 8.I. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en "Natalini".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.2 Combustibles															
. Carbón	(Tn)			28			55								
. Leña	(Tn)			20		2,25									
. Biomasa de madera	(Tn)			20		4,5									
. Biomasa (no madera)	(Tn)			15		0,27									
. Gas natural	(m³)	4162		0,0373	155,2		93	1901						1,9	
. Gas licuado	(m³)			40			93								
. Nafta 98 octanos	(litros)						71								
. Nafta 95 octanos	(litros)	715			25,0		71	0,401						0,4	
. Diesel grado 3 cetanos	(litros)														
. Diesel común	(litros)	857			30,0		71	0,481						0,5	
. Fuel oil	(litros)						71								
. Taxi	(\$)						71								
. Tren	(\$)						71								
. Avión	(\$)						71								
Subtotal 1.2.														2,8	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														14,5	

Tabla 8.II. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en "Natalini".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.3 Materiales	sin IVA														
. Materias primas (mineral en general)	(Tn)	Tn		1,5			71								
.. Fertilizantes orgánicos	(Tn)	Tn		1,5			71								
. Cemento	(Tn)	Tn		3,3			71								
. Productos derivados del plástico	(Tn)	Tn	0,02	43,75	1,02		71	0,016						0,02	
. Material textil sintético semi-elaborado	(Tn)	Tn		43,75			71								
. Vestuario textil sintético confeccionado	(Tn)	Tn		50			71								
. Abonos	(Tn)	Tn		50			71								
.. Fertilizantes convencionales	(Tn)	Tn	0,99	50	49,3		71	0,791						0,8	
. Combustibles y aceites minerales	(Tn)	Tn	0,47	43,75	20,7		71	0,332						0,3	
.. Tambores	(Tn)	Tn		30			71								
. Productos químicos, higiénicos y limpieza	(Tn)	Tn	0,13	35	4,7		71	0,075						0,1	
.. Plaguicidas	(Tn)	Tn	0,06	35	2,2		71	0,036						0,04	
.. Herbicidas	(Tn)	Tn	0,02	35	0,7		71	0,011						0,01	
Subtotal 1.3.														1,3	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														6,6	

Tabla 8.III. Estimación de huella asociadas al consumo de materiales en "Natalini".



Figura 14. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “Natalini”.

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)		
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)				
2. USO DEL SUELO																	
. Zona con cultivo	(ha)								18,1							18,1	
. Zona con cobertura verde pura	(ha)									1,9						1,9	
. Alameda	(ha)										0,6						
. Construido	(ha)											0,07				0,07	
. Zona circulación maquinaria	(ha)												2,1			2,1	
SUB-TOTAL 2																2,1	20,0
SUB-TOTAL (t CO <sub>2</sub> )																11,2	103,9

Tabla 8.IV. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en "Natalini".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1. ENERGÍA															
1.1 Electricidad															
							0								
. Térmica de carbón mineral	(kWh)	355			4,27		55	0,0883074						0,088	
. Térmica (combustibles líquidos)	(kWh)	4011			48,14		71	0,7720232						0,772	
. Térmica de gas (ciclo combinado)	(kWh)	11857			0,01		93	0,0001469						1E-04	
. Nuclear	(kWh)	1219			4,39		90			0,02638				0,026	
. Hidráulica	(kWh)	7769			27,97		1000			0,01513				0,015	
. Mini-hidráulica	(kWh)						150								
. Eólica	(kWh)	89			0,32		60000			2,9E-06				3E-06	
. Fotovoltaica	(kWh)	89			0,32		1500		0,0006018					6E-04	
. Solar térmica	(kWh)						25000								
Subtotal 1.1.														0,903	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														4,7	

Tabla 8.V. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en "La Carolina".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.2 Combustibles															
. Carbón	(Tn)			28			55								
. Leña	(Tn)		8	20	153	2,25					4				3,9
. Biomasa de madera	(Tn)			20		4,5									
. Biomasa (no madera)	(Tn)			15		0,27									
. Gas natural	(m³)	16388		0,0373	611,3		93	7,485							7,485
. Gas licuado	(m³)			40			93								
. Nafta 98 octanos	(litros)						71								
. Nafta 95 octanos	(litros)	1335			46,7		71	0,749							0,7
. Diesel grado 3 cetanos	(litros)														
. Diesel común	(litros)	7331			256,6		71	4,15							4,1
. Fuel oil	(litros)						71								
. Taxi	(\$)						71								
. Tren	(\$)						71								
. Avión	(\$)						71								
Subtotal 1.2.															16,2
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )															84,5

Tabla 8.VI. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en “La Carolina”.

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.3 Materiales	sin IVA														
. Materias primas (mineral en general)	(Tn)	Tn		1,5			71								
.. Fertilizantes orgánicos	(Tn)	Tn		1,5			71								
. Cemento	(Tn)	Tn		3,3			71								
. Productos derivados del plástico	(Tn)	Tn	0,01	43,75	0,519		71	0,008						0,01	
. Material textil sintético semi-elaborado	(Tn)	Tn		43,75			71								
. Vestuario textil sintético confeccionado	(Tn)	Tn		50			71								
. Abonos	(Tn)	Tn		50			71								
.. Fertilizantes convencionales	(Tn)	Tn		50			71								
. Combustibles y aceites minerales	(Tn)	Tn	1,21	43,75	53,104		71	0,852						0,9	
.. Tambores	(Tn)	Tn		30			71								
. Productos químicos, higiénicos y limpieza	(Tn)	Tn	0,11	35	4,015		71	0,064						0,06	
.. Plaguicidas	(Tn)	Tn	0,14	35	4,983		71	0,080						0,08	
.. Herbicidas	(Tn)	Tn		35			71								
Subtotal 1.3.														1,0	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														5,2	

Tabla 8.VII. Estimación de hag asociadas al consumo de materiales en "La Carolina".



Figura 15. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “La Carolina”.

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
2. USO DEL SUELO															
. Zona con cultivo	(ha)								37,1						37,1
. Zona con cobertura verde pura	(ha)									3,8					3,8
. Alameda	(ha)										1,2				1,2
. Construido	(ha)											0,6		0,6	
. Zona circulación maquinaria	(ha)											2,8		2,8	
SUB-TOTAL 2														3,4	42,1
SUB-TOTAL (t CO <sub>2</sub> )														17,6	219,4

Tabla 8.VIII. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en "La Carolina".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)			
1. ENERGÍA																
1.1 Electricidad																
. Térmica de carbón mineral	(kWh)	41			0		55	0,0102015							0,01	
. Térmica (combustibles líquidos)	(kWh)	463			6		71	0,089186							0,089	
. Térmica de gas (ciclo combinado)	(kWh)	1370			16		93	0,2012482							0,201	
. Nuclear	(kWh)	141			1		90			0,00305					0,003	
. Hidráulica	(kWh)	897			3		1000			0,00175					0,002	
. Mini-hidráulica	(kWh)						150									
. Eólica	(kWh)	10			0		60000			3,3E-07					3E-07	
. Fotovoltaica	(kWh)	10			0		1500		6,952E-05						7E-05	
. Solar térmica	(kWh)						25000									
Subtotal 1.1.															0,306	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )															1,6	

Tabla 8.IX. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en "Testa".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.2 Combustibles															
. Carbón	(Tn)			28			55								
. Leña	(Tn)		15,3	20	306	2,25					8			7,7	
. Biomasa de madera	(Tn)			20		4,5									
. Biomasa (no madera)	(Tn)			15		0,27									
. Gas natural	(m³)			0,0373			93								
. Gas licuado	(m³)		0,17	40	6,8		93	0,083						0,1	
. Nafta 98 octanos	(litros)						71								
. Nafta 95 octanos	(litros)	5			0,2		71	0,003						0,0	
. Diesel grado 3 cetanos	(litros)														
. Diesel común	(litros)	2091			73,185		71	1,174						1,2	
. Fuel oil	(litros)						71								
. Taxi	(\$)						71								
. Tren	(\$)						71								
. Avión	(\$)						71								
Subtotal 1.2.														9,003	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														46,9	

Tabla 8.X. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en "Testa".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.3 Materiales	sin IVA														
. Materias primas (mineral en general)	(Tn)	Tn		1,5			71								
.. Fertilizantes orgánicos	(Tn)	Tn		1,5			71								
. Cemento	(Tn)	Tn		3,3			71								
. Productos derivados del plástico	(Tn)	Tn	0,02	43,75	0,77		71	0,012						0,01	
. Material textil sintético semi-elaborado	(Tn)	Tn		43,75			71								
. Vestuario textil sintético confeccionado	(Tn)	Tn		50			71								
. Abonos	(Tn)	Tn		50			71								
.. Fertilizantes convencionales	(Tn)	Tn	1,49	50	74,60		71	1,96						1,2	
. Combustibles y aceites minerales	(Tn)	Tn	0,90	43,75	39,17		71	0,628						0,6	
.. Tambores	(Tn)	Tn		30			71								
. Productos químicos, higiénicos y limpieza	(Tn)	Tn	0,01	35	0,30		71	0,005						0,005	
.. Plaguicidas	(Tn)	Tn	0,18	35	6,39		71	0,103						0,1	
.. Herbicidas	(Tn)	Tn	0,03	35	1,04		71	0,017						0,02	
Subtotal 1.3.														1,961	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														10,2	

Tabla 8.XI. Estimación de huella asociadas al consumo de materiales en "Testa".



Figura 16. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en "Testa".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)			
2. USO DEL SUELO																
. Zona con cultivo	(ha)								27,4							27,4
. Zona con cobertura verde pura	(ha)									2,8						2,8
. Alameda	(ha)										1,5					
. Construido	(ha)											0,06			0,06	
. Zona circulación maquinaria	(ha)											2,4			2,4	
SUB-TOTAL 2															2,5	30,2
SUB-TOTAL (t CO <sub>2</sub> )															12,9	157,2

Tabla 8.XII. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en "Testa".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)			
1. ENERGÍA																
1.1 Electricidad																
. Térmica de carbón mineral	(kWh)	1158			14		55	0,2876242							0,288	
. Térmica (combustibles líquidos)	(kWh)	13066			157		71	2,5145413							2,515	
. Térmica de gas (ciclo combinado)	(kWh)	38618			463		93	5,6740606							5,674	
. Nuclear	(kWh)	3969			14		90			0,08591					0,086	
. Hidráulica	(kWh)	25304			91		1000			0,04929					0,049	
. Mini-hidráulica	(kWh)						150									
. Eólica	(kWh)	289			1		60000			9,4E-06					9E-06	
. Fotovoltaica	(kWh)	289			1		1500		0,0019602						0,002	
. Solar térmica	(kWh)						25000									
Subtotal 1.1.															8,613	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )															44,8	

Tabla 8.XIII. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en “La Magnolia”.

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.2 Combustibles															
. Carbón	(Tn)			28			55								
. Leña	(Tn)		125	20	2507	2,25					56			55,7	
. Biomasa de madera	(Tn)			20		4,5									
. Biomasa (no madera)	(Tn)			15		0,27									
. Gas natural	(m³)			0,0373			93								
. Gas licuado	(m³)		1,36	40	54,4		93	0,666						0,7	
. Nafta 98 octanos	(litros)						71								
. Nafta 95 octanos	(litros)	1390			48,7		71	0,780						0,8	
. Diesel grado 3 cetanos	(litros)														
. Diesel común	(litros)	14500			507,506		71	8,139						8,1	
. Fuel oil	(litros)						71								
. Taxi	(\$)						71								
. Tren	(\$)						71								
. Avión	(\$)						71								
Subtotal 1.2.														65,3	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														340,0	

Tabla 8.XIV. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en "La Magnolia".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.3 Materiales	sin IVA														
. Materias primas (mineral en general)	(Tn)	Tn		1,5			71								
.. Fertilizantes orgánicos	(Tn)	Tn		1,5			71								
. Cemento	(Tn)	Tn		3,3			71								
. Productos derivados del plástico	(Tn)	Tn	0,03	43,75	1,350		71	0,022						0,02	
. Material textil sintético semi-elaborado	(Tn)	Tn		43,75			71								
. Vestuario textil sintético confeccionado	(Tn)	Tn		50			71								
. Abonos	(Tn)	Tn		50			71								
.. Fertilizantes convencionales	(Tn)	Tn		50			71								
. Combustibles y aceites minerales	(Tn)	Tn	3,11	43,75	136,159		71	2,184						2,2	
.. Tambores	(Tn)	Tn		30			71								
. Productos químicos, higiénicos y limpieza	(Tn)	Tn	0,29	35	10,294		71	0,165						0,2	
.. Plaguicidas	(Tn)	Tn	0,37	35	13,021		71	0,209						0,2	
.. Herbicidas	(Tn)	Tn		35			71								
Subtotal 1.3.														2,6	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														13,4	

Tabla 8.XV. Estimación de gas asociadas al consumo de materiales en "La Magnolia".



Figura 17. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “La Magnolia”.

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
2. USO DEL SUELO															
. Zona con cultivo	(ha)							95,1							95,1
. Zona con jardines	(ha)								9,8						9,8
. Alameda	(ha)									8,0					8,0
. Construido	(ha)											0,1		0,1	
. Zona circulación maquinaria	(ha)											3,5		3,5	
SUB-TOTAL 2														3,6	112,9
SUB-TOTAL (t CO <sub>2</sub> )														18,5	587,9

Tabla 8.XVI. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en “La Magnolia”.

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)			
1. ENERGÍA																
1.1 Electricidad																
. Térmica de carbón mineral	(kWh)	88			1		55	0,0217908							0,022	
. Térmica (combustibles líquidos)	(kWh)	990			12		71	0,1905048							0,191	
. Térmica de gas (ciclo combinado)	(kWh)	2926			35		93	0,4298739							0,43	
. Nuclear	(kWh)	301			1		90			0,00651					0,007	
. Hidráulica	(kWh)	1917			7		1000			0,00373					0,004	
. Mini-hidráulica	(kWh)						150									
. Eólica	(kWh)	22			0		60000			7,1E-07					7E-07	
. Fotovoltaica	(kWh)	22			0		1500		0,0001485						1E-04	
. Solar térmica	(kWh)						25000									
Subtotal 1.1.															0,7	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )															3,4	

Tabla 8.XVII. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en "Ibáñez".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.2 Combustibles															
. Carbón	(Tn)			28			55								
. Leña	(Tn)		15	20	306	2,25					8				7,7
. Biomasa de madera	(Tn)			20		4,5									
. Biomasa (no madera)	(Tn)			15		0,27									
. Gas natural	(m³)			0,0373			93								
. Gas licuado	(m³)		0,40	40	15,8		93	0,193							0,2
. Nafta 98 octanos	(litros)						71								
. Nafta 95 octanos	(litros)	120			4,2		71	0,067							0,1
. Diesel grado 3 cetanos	(litros)														
. Diesel común	(litros)	4174			146,10		71	2,343							2,3
. Fuel oil	(litros)						71								
. Taxi	(\$)						71								
. Tren	(\$)						71								
. Avión	(\$)						71								
Subtotal 1.2.															10,3
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )															53,9

Tabla 8.XVIII. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en "Ibáñez".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.3 Materiales	sin IVA														
. Materias primas (mineral en general)	(Tn)	Tn		1,5			71								
.. Fertilizantes orgánicos	(Tn)	Tn		1,5			71								
. Cemento	(Tn)	Tn		3,3			71								
. Productos derivados del plástico	(Tn)	Tn	0,07	43,75	3,2		71	0,051						0,05	
. Material textil sintético semi-elaborado	(Tn)	Tn		43,75			71								
. Vestuario textil sintético confeccionado	(Tn)	Tn		50			71								
. Abonos	(Tn)	Tn		50			71								
.. Fertilizantes convencionales	(Tn)	Tn		50			71								
. Combustibles y aceites minerales	(Tn)	Tn	0,88	43,75	38,7		71	0,621						0,62	
.. Tambores	(Tn)	Tn		30			71								
. Productos químicos, higiénicos y limpieza	(Tn)	Tn	0,08	35	2,9		71	0,047						0,05	
.. Plaguicidas	(Tn)	Tn	0,07	35	2,5		71	0,039						0,04	
.. Herbicidas	(Tn)	Tn		35			71								
. Productos básicos de hierro, acero y otros	(Tn)	Tn	0,13	30	4,0		71	0,065						0,1	
Subtotal 1.3.														0,8	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														4,3	

Tabla 8.XIX. Estimación de huella asociadas al consumo de materiales en "Ibáñez".



Figura 18. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en "Ibáñez".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)			
2. USO DEL SUELO																
. Zona con cultivo	(ha)								27,0							27,0
. Zona con cobertura verde pura	(ha)									2,8						2,8
. Alameda	(ha)										1,84					1,8
. Construido	(ha)											0,22			0,22	
. Zona circulación maquinaria	(ha)											3,87			3,87	
SUB-TOTAL 2															4,09	31,7
SUB-TOTAL (t CO <sub>2</sub> )															21,3	164,9

Tabla 8.XX. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en "Ibáñez".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)			
<b>1. ENERGÍA</b>																
<b>1.1 Electricidad</b>																
. Térmica de carbón mineral	(kWh)	795			10		55	0,1975116							0,198	
. Térmica (combustibles líquidos)	(kWh)	8972			108		71	1,7267364							1,727	
. Térmica de gas (ciclo combinado)	(kWh)	26519			318		93	3,8963795							3,896	
. Nuclear	(kWh)	2726			10		90			0,058995					0,059	
. Hidráulica	(kWh)	17377			63		1000			0,033849					0,034	
. Mini-hidráulica	(kWh)						150									
. Eólica	(kWh)	199			1		60000			6,45E-06					6E-06	
. Fotovoltaica	(kWh)	199			1		1500		0,001346						0,001	
. Solar térmica	(kWh)						25000									
Subtotal 1.1.															5,9	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )															30,8	

Tabla 8.XXI. Estimación de hag asociadas al consumo de energía en “Nicolás”.

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
1.2 Combustibles															
. Carbón	(Tn)			28			55								
. Leña	(Tn)		197	20	3947,4	2,25					88			87,7	
. Biomasa de madera	(Tn)			20		4,5									
. Biomasa (no madera)	(Tn)			15		0,27									
. Gas natural	(m³)			0,0373			93								
. Gas licuado	(m³)		0,99	40	39,6		93	0,485						0,5	
. Nafta 98 octanos	(litros)						71								
. Nafta 95 octanos	(litros)	1873			65,6		71	1051						1,1	
. Diesel grado 3 cetanos	(litros)														
. Diesel común	(litros)	36323			1271,3		71	20,389						20,4	
. Fuel oil	(litros)						71								
. Taxi	(\$)						71								
. Tren	(\$)						71								
. Avión	(\$)						71								
Subtotal 1.2.														109,6	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )														570,9	

Tabla 8.XXII. Estimación de hag asociadas al consumo de combustibles en "Nicolás".

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)			
1.3 Materiales	sin IVA															
. Materias primas (mineral en general)	(Tn)	Tn		1,5			71									
.. Fertilizantes orgánicos	(Tn)	Tn		1,5			71									
. Cemento	(Tn)	Tn		3,3			71									
. Productos derivados del plástico	(Tn)	Tn	0,05	43,75	2,35		71	0,038							0,04	
. Material textil sintético semi-elaborado	(Tn)	Tn		43,75			71									
. Vestuario textil sintético confeccionado	(Tn)	Tn		50			71									
. Abonos	(Tn)	Tn		50			71									
.. Fertilizantes convencionales	(Tn)	Tn		50			71									
. Combustibles y aceites minerales	(Tn)	Tn	4,79	43,75	209,48		71	3,360							3,36	
.. Tambores	(Tn)	Tn		30			71									
. Productos químicos, higiénicos y limpieza	(Tn)	Tn	0,45	35	15,84		71	0,254							0,25	
.. Plaguicidas	(Tn)	Tn	0,68	35	23,67		71	0,380							0,38	
.. Herbicidas	(Tn)	Tn		35			71									
Subtotal 1.3.															4,0	
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )															21,0	

Tabla 8.XXIII. Estimación de hag asociadas al consumo de materiales en "Nicolás".



Figura 19. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “Nicolás – Chacra 1”.



Figura 20. Estimación de huella ecológica global de uso de suelo en “Nicolás – Chacra 2”.

Categorías	Unidades	Consumo anual				Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)
		En unidades de consumo (ud./año)	Consumo (tn/año)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construido (has)	Mar (has)		
2. USO DEL SUELO															
. Zona con cultivo	(ha)							146,4							146,4
. Zona con cobertura verde	(ha)									15,1					15,1
. Alameda	(ha)										9,5				9,5
. Construido	(ha)											0,1		0,1	
. Zona circulación maquinaria	(ha)											7,3		7,3	
SUB-TOTAL 2														7,4	171,0
SUB-TOTAL (t CO <sub>2</sub> )															

Tabla 8.XXIV. Estimación de hag asociadas al uso del suelo en "Nicolás".

**8.2 ANOVA PARA EL EXPERIMENTO FACTORIAL, DONDE SE COMPARAN 2 (DOS) FACTORES, “TIPO DE CONSUMO ENERGÉTICO” Y “SISTEMA PRODUCTIVO”, EN DONDE EL PRIMER FACTOR TIENE 3 (TRES) NIVELES: ELECTRICIDAD, COMBUSTIBLE Y MATERIALES, Y EL SEGUNDO FACTOR 2 (DOS) NIVELES: CONVENCIONAL Y ORGÁNICO. PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE RAÍZ CUADRADA DE TN DE CO<sub>2</sub>/HA BRUTA.**

Variable dependiente: tn CO <sub>2</sub> /ha brutas				
Tipo de consumo	Sistema productivo	Media	Desv. Desviación	N
Combustible	Convencional	1,944	,9523	3
	Orgánico	4,973	1,3227	3
	Total	3,459	1,9533	6
Electricidad	Convencional	,497	,6487	3
	Orgánico	,375	,2325	3
	Total	,436	,4409	6
Materiales	Convencional	,369	,1224	3
	Orgánico	,202	,0128	3
	Total	,286	,1202	6
Total	Convencional	,937	,9536	9
	Orgánico	1,850	2,4379	9
	Total	1,393	1,8562	18

Tabla 8.XXV. Estadísticos descriptivos considerando los factores “Tipo de consumo” y “Sistema productivo”.

	Levene's Test for Homogeneity of Variances			
	MS Effect	MS Error	F	p
Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta	0,042440	0,015456	2,745797	0,070425

Tabla 8.XXVI. Test de homogeneidad de las varianzas para el ANOVA de comparación de “Tipo de consumo” y “Sistema productivo”.

	Tipo de consumo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta	Combustible	,960	6	,821
	Electricidad	,922	6	,518
	Material	,807	6	,068

Tabla 8.XXVII. Test de normalidad para el ANOVA de comparación de “Tipo de consumo” y “Sistema productivo”.

Univariate Results for Each DV Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	Degr. of Freedom	Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta - SS	Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta - MS	Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta - F	Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta - p
Intercept	1	16,97502	16,97502	219,2054	0,000000
Sistema productivo	1	0,24500	0,24500	3,1638	0,100610
Tipo de consumo energético	2	6,04991	3,02496	39,0625	0,000006
Sistema productivo*Tipo de consumo energético	2	0,87960	0,43980	5,6793	0,018382
Error	12	0,92927	0,07744		
Total	17	8,10378			

Tabla 8.XXVIII. Análisis de la varianza para la comparación de los factores “Tipo de consumo” y “Sistema productivo”.

Variable dependiente: tn CO <sub>2</sub> /ha brutas			
Tipo de consumo	Media	Desv. Desviación	N
Combustible	3,459	1,9533	6
Electricidad	,436	,4409	6
Materiales	,286	,1202	6
Total	1,393	1,8562	18

Tabla 8.XXIX. Estadísticos descriptivos para el factor “tipo de consumo”.

Levene's Test for Homogeneity of Variances Effect: "Tipo de consumo energético" Degrees of freedom for all F's: 2, 15				
	MS - Effect	MS - Error	F	p
<b>Raíz cuadrada tn CO<sub>2</sub>/ha bruta</b>	0,171854	0,038119	4,508362	0,029298

Tabla 8.XXX. Test de homogeneidad de las varianzas para el factor “Tipo de consumo”.

Univariate Results for Each DV Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	Degr. of Freedom	Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta - SS	Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta - MS	Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta - F	Raíz cuadrada tn CO <sub>2</sub> /ha bruta - p
Intercept	1	16,97502	16,97502	123,9736	0,000000
Tipo de consumo energético	2	6,04991	3,02496	22,0922	0,000034
Error	15	2,05387	0,13692		
Total	17	8,10378			

Tabla 8.XXXI. Análisis de varianza para el factor “Tipo de consumo”.

Tukey HSD test; variable Raíz cuadrada tn CO2/ha bruta Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,13692, df = 15,000				
	Tipo de consumo energético	{1} - ,59667	{2} - 1,7900	{3} - ,52667
1	Electricidad		0,000297	0,942856
2	Combustible	0,000297		0,000238
3	Materiales	0,942856	0,000238	

Tabla 8.XXXII. Comparaciones múltiples según tipo de consumo energético.

Univariate Results for Each DV Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	Degr. of - Freedom	Raíz cuadrada tn CO2/ha bruta - SS	Raíz cuadrada tn CO2/ha bruta - MS	Raíz cuadrada tn CO2/ha bruta - F	Raíz cuadrada tn CO2/ha bruta - p
Intercept	1	16,97502	16,97502	34,56013	0,000023
Sistema productivo	1	0,24500	0,24500	0,49881	0,490183
Error	16	7,85878	0,49117		
Total	17	8,10378			

Tabla 8.XXXIII. Análisis de varianza teniendo en cuenta al factor sistema productivo.

**8.3 ANOVA PARA EL EXPERIMENTO FACTORIAL, DONDE SE COMPARAN 2 (DOS) FACTORES, “CONSUMO DE DISTINTOS TIPOS DE COMBUSTIBLES” Y “SISTEMA PRODUCTIVO”, EN DONDE EL PRIMER FACTOR TIENE 4 (CUATRO) NIVELES: LEÑA, GAS, NAFTA 95 OCTANOS Y DIESEL COMÚN. MIENTRAS QUE EL SEGUNDO FACTOR TIENE 2 (DOS) NIVELES: CONVENCIONAL Y ORGÁNICO.**

Variable dependiente: tn CO <sub>2</sub> /ha bruta				
Sistema productivo	Tipo de combustible	Media	Desv. Desviación	N
Convencional	Diesel comú	,3667	,28868	3
	Gas	,2733	,37166	3
	Leña	1,2667	1,13725	3
	Nafta 95	,0670	,11518	3
	Total	,4934	,71280	12
Orgánico	Diesel común	,8333	,20817	3
	Gas	,5500	,90967	3
	Leña	3,4667	2,31157	3
	Nafta 95	,1333	,05774	3
	Total	1,2458	1,72962	12
Total	Diesel común	,6000	,34059	6
	Gas	,4117	,63970	6
	Leña	2,3667	2,02649	6
	Nafta 95	,1002	,08922	6
	Total	,8696	1,34960	24

Tabla 8.XXXIV. Estadísticos descriptivos para los factores “Tipos de combustibles” y “Sistemas productivos”.

Levene's Test for Homogeneity of Variances Effect: "Sist. produc."*"Tipo de combustible" Degrees of freedom for all F's: 7, 16				
	MS - Effect	MS - Error	F	p
tnCO <sub>2</sub> /ha	0,894581	0,112269	7,968195	0,000312

Tabla 8.XXXV. Test de homogeneidad de las varianzas para el ANOVA de comparación de “Tipos de combustibles” y “Sistema productivo”.

	Tipo de combustible	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
tn CO <sub>2</sub> /ha bruta	Diesel c	,893	6	,334
	Gas	,732	6	,013
	Leña	,900	6	,373
	Nafta 95	,855	6	,172

Tabla 8.XXXVI. Test de normalidad para el ANOVA de comparación de “Tipos de combustibles” y “Sistema productivo”.

Univariate Results for Each DV Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	Degr. of - Freedom	tnCO <sub>2</sub> /ha - SS	tnCO <sub>2</sub> /ha - MS	tnCO <sub>2</sub> /ha - F	tnCO <sub>2</sub> /ha - p

Intercept	1	17,12139	17,12139	19,55176	0,000428
Sist. produc.	1	2,96034	2,96034	3,38055	0,084606
Tipo de combustible	3	16,94229	5,64743	6,44908	0,004546
Sist. produc.*Tipo de combustible	3	3,48775	1,16258	1,32761	0,300248
Error	16	14,01113	0,87570		
Total	23	37,40151			

Tabla 8.XXXVII. Análisis de la varianza para la comparación de los factores “Tipos de combustibles” y “Sistema productivo”.

#### 8.4 COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS (A POSTERIORI), DONDE CADA UNO DE LOS GRUPOS CORRESPONDE A UN SISTEMA PRODUCTIVO Y TIPO DE COMBUSTIBLE DETERMINADO PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE TN DE CO<sub>2</sub>/HA BRUTA.

Variable dependiente: tn CO <sub>2</sub> /ha bruta					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	26,402 <sup>a</sup>	7	3,772	3,896	,012
Intersección	18,150	1	18,150	18,746	,001
Grupos	26,402	7	3,772	3,896	,012
Error	15,491	16	,968		
Total	60,043	24			
Total corregido	41,893	23			

a. R al cuadrado = ,630 (R al cuadrado ajustada = ,468)

Tabla 8.XXXVIII. Análisis de varianza de grupos para comparaciones a posteriori “Consumo de distintos tipos de combustibles” y “Sistema productivo”.

Tukey HSD test; variable tnCO <sub>2</sub> /ha Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,87570, df = 16,000								
Grupo	{1} - 1,2667	{2} - ,27333	{3} - ,06700	{4} - ,36667	{5} - 3,2667	{6} - ,55000	{7} - ,13333	{8} - ,83333
1		0,886144	0,760418	0,927177	0,218932	0,977159	0,805382	0,998889
2	0,886144		0,999992	1,000000	<b>0,021062</b>	0,999942	0,999999	0,994451
3	0,760418	0,999992		0,999900	<b>0,012510</b>	0,997774	1,000000	0,967340
4	0,927177	1,000000	0,999900		<b>0,026627</b>	0,999996	0,999982	0,998204
5	0,218932	<b>0,021062</b>	<b>0,012510</b>	<b>0,026627</b>		<b>0,042036</b>	<b>0,014798</b>	0,083421
6	0,977159	0,999942	0,997774	0,999996	<b>0,042036</b>		0,999135	0,999932
7	0,805382	0,999999	1,000000	0,999982	<b>0,014798</b>	0,999135		0,979916
8	0,998889	0,994451	0,967340	0,998204	0,083421	0,999932	0,979916	

Tabla 8.XXXIX. Comparación entre grupos combinando “Consumo de distintos tipo de combustibles” y “Sistemas productivos”.

**8.5 ANOVA PARA EL EXPERIMENTO FACTORIAL, DONDE SE COMPARAN 2 (DOS) FACTORES, “CONSUMO DE DISTINTOS MATERIALES” Y “SISTEMA PRODUCTIVO”, EN DONDE EL PRIMER FACTOR TIENE 4 (CUATRO) NIVELES: PRODUCTO DERIVADO DEL PLÁSTICO, FERTILIZANTE CONVENCIONAL, COMBUSTIBLE Y ACEITES MINERALES, PRODUCTOS QUÍMICOS, HIGIÉNICOS Y LIMPIEZA, PLAGUICIDAS Y HERBICIDAS. MIENTRAS QUE EL SEGUNDO FACTOR TIENE 2 (DOS) NIVELES: CONVENCIONAL Y ORGÁNICO.**

Variable dependiente: tn CO <sub>2</sub> /ha bruta				
Sistema productivo	Tipo de material	Media	Desv. Desviación	N
Convencional	Combustibles y aceites minerales	.14333	.029263	3
	Fertilizante convencional	.18033	.158241	3
	Herbicidas	.00233	.002082	3
	Plaguicidas	.01500	.005292	3
	Productos derivados del plástico	.00800	.006245	3
	Productos químicos, higiénicos y limpie	.01400	.013528	3
	Total	.06050	.093016	18
Orgánico	Combustibles y aceites minerales	.17033	.011150	3
	Fertilizante convencional	.00000	.000000	3
	Herbicidas	.00000	.000000	3
	Plaguicidas	.01700	.002000	3
	Productos derivados del plástico	.00200	.000000	3
	Productos químicos, higiénicos y limpie	.01300	.001000	3
	Total	.03372	.063346	18
Total	Combustibles y aceites minerales	.15683	.024718	6
	Fertilizante convencional	.09017	.140614	6
	Herbicidas	.00117	.001835	6
	Plaguicidas	.01600	.003742	6
	Productos derivados del plástico	.00500	.005138	6
	Productos químicos, higiénicos y limpie	.01350	.008597	6
	Total	.04711	.079597	36

Tabla 8.XL. Estadísticos descriptivos para los factores “Consumo de distintos materiales” y “Sistemas productivos”.

Levene's Test for Homogeneity of Variances				
Effect: "Sistemaproductivo"*"Tipomaterial"				
Degrees of freedom for all F's: 11, 24				
	MS Effect	MS Error	F	p
tnCO2/ha	0,003456	0,000295	11,70545	0,000004

Tabla 8.XLI. Test de homogeneidad de las varianzas para el ANOVA de comparación de “Consumo de distintos materiales” y “Sistema productivo”.

Univariate Results for Each DV					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	Degr. of Freedom	tnCO2/ha SS	tnCO2/ha MS	tnCO2/ha F	tnCO2/ha p
Intercept	1	0,079900	0,079900	36,48376	0,000003
Sistemaproductivo	1	0,006453	0,006453	2,94674	0,098932
Tipomaterial	5	0,119248	0,023850	10,89005	0,000015
Sistemaproductivo*Tipomaterial	5	0,043490	0,008698	3,97163	0,009123
Error	24	0,052561	0,002190		
Total	35	0,221752			

Tabla 8.XLII. Análisis de la varianza para la comparación de los factores “Consumo de distintos materiales” y “Sistema productivo”.

### 8.6 ANOVA PARA EL EXPERIMENTO UNIFACTORIAL, DONDE SE COMPARA EL FACTOR “SISTEMA PRODUCTIVO”, CON 2 (DOS) NIVELES: CONVENCIONAL Y ORGÁNICO, CUYA VARIABLE DEPENDIENTE ES TN DE CO<sub>2</sub> PRODUCIDAS /HA PARA EL CONSUMO DE MATERIALES.

Levene's Test for Homogeneity of Variance				
Effect: "Sistemaproductivo"				
Degrees of freedom for all F's: 1, 34				
	MS Effect	MS Error	F	p
tnCO2/ha	0,007434	0,002314	3,213245	0,081946

Tabla 8.XLIII. Test de homogeneidad de las varianzas con outliers donde se compara el “Consumo de distintos materiales” en los sistema productivos considerados.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
tnCO <sub>2</sub> /habruta	,635	36	,000

Tabla 8.XLIV. Test de normalidad con outliers donde se compara el “Consumo de distintos materiales” en los sistema productivos considerados.

Effect	Univariate Results for Each DV Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	Degr. of Freedom	tnCO2/ha SS	tnCO2/ha MS	tnCO2/ha F	tnCO2/ha p
Intercept	1	0,079900	0,079900	12,61792	0,001142
Sistemaproductivo	1	0,006452	0,006452	1,01913	0,319850
Error	34	0,215298	0,006332		
Total	35	0,221752			

Tabla 8.XLV. Análisis de la varianza con outliers donde se compara el “Consumo de distintos materiales” en los sistema productivos considerados.

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error <sup>a,b</sup>					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
tnCO <sub>2</sub> /habruta	Se basa en la media	,115	1	32	,737
	Se basa en la mediana	,014	1	32	,906
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,014	1	31,233	,906
	Se basa en la media recortada	,073	1	32	,789

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.  
a. Variable dependiente: tnCO<sub>2</sub>/habruta  
b. Diseño : Intersección + Sistemaproductivo

Tabla 8.XLVI. Test de homogeneidad de las varianzas sin outliers donde se compara el "Consumo de distintos materiales" en los sistema productivos considerados.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
tnCO <sub>2</sub> /habruta	,591	34	,000

Tabla 8.XLVII. Test de normalidad sin outliers donde se compara el "Consumo de distintos materiales" en los sistema productivos considerados.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: tnCO <sub>2</sub> /habruta					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,359E-6 <sup>a</sup>	1	2,359E-6	,001	,980
Intersección	,039	1	,039	10,912	,002
Sistemaproductivo	2,359E-6	1	2,359E-6	,001	,980
Error	,115	32	,004		
Total	,154	34			
Total corregido	,115	33			

a. R al cuadrado = ,000 (R al cuadrado ajustada = -,031)

Tabla 8.XLVIII. Análisis de la varianza sin outliers donde se compara el "Consumo de distintos materiales" en los sistema productivos considerados.

**8.7 TEST “T” PARA LA COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS (TN PRODUCIDAS DE CO<sub>2</sub> EN EL CONSUMO DE ELECTRICIDAD/ HA BRUTA), PARA EL FACTOR DE TRATAMIENTO “SISTEMA PRODUCTIVO” (CONVENCIONAL Y ORGÁNICO).**

T-tests; Grouping: Sistema Productivo (SistemaProductivoxElectricidad)											
Group 1: Convencional											
Group 2: Orgánico											
Variable	Mean Convencional	Mean Orgánico	t-value	df	p	Valid N Convencional	Valid N Orgánico	Std.Dev. Convencional	Std.Dev. Orgánico	F-ratio Variances	p Variances
tn CO2/ha bruta	0.4973333	0.374667	0.308322	4	0.773227	3	3	0.648688	0.232517	7.783252	0.227706

Tabla 8.XLIX. Test “t” de Student para comparar la producción de CO<sub>2</sub> por consumo de electricidad en sistemas productivos convencionales y orgánicos.

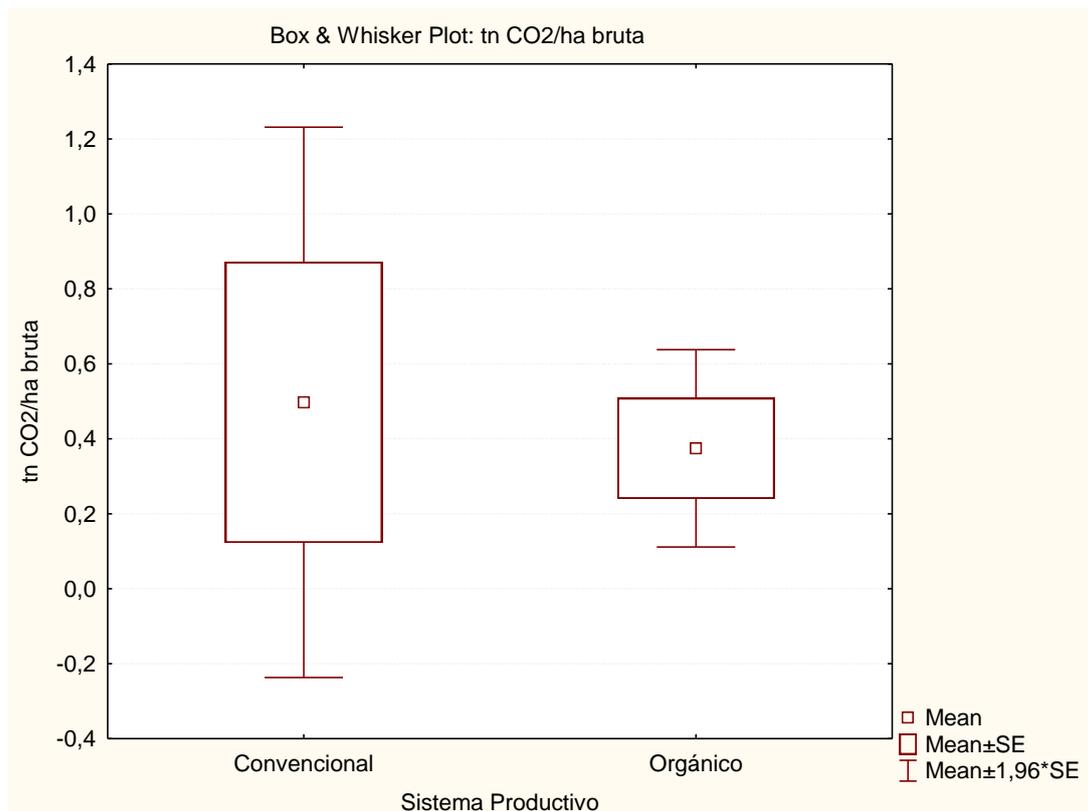


Figura 21. Box/Plot para producción de CO<sub>2</sub> por consumo de electricidad en sistemas productivos convencionales y orgánicos.

**8.8 TEST “T” PARA LA COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS (GR DE C ORGÁNICO/M<sup>2</sup> DE CV DEL INTERFILAR), PARA EL FACTOR DE TRATAMIENTO “SISTEMA PRODUCTIVO” (CONVENCIONAL Y ORGÁNICO).**

T-tests; Grouping: Sistema Productivo (SistemaProductivoxElectricidad)											
Group 1: Convencional											
Group 2: Orgánico											
Variable	Mean Convencional	Mean Orgánico	t-value	df	p	Valid N Convencional	Valid N Orgánico	Std.Dev. Convencional	Std.Dev. Orgánico	F-ratio Variances	p Variances
qr C orgánico/m2 de interfilár	11.40167	10.93933	0.462408	4	0.667823	3	3	1.564754	0.742011	4.447043	0.367172

Tabla 8.L. Test “t” de Student para comparar gramos de carbono orgánico de la cobertura verde del interfilár en sistemas productivos convencionales y orgánicos.

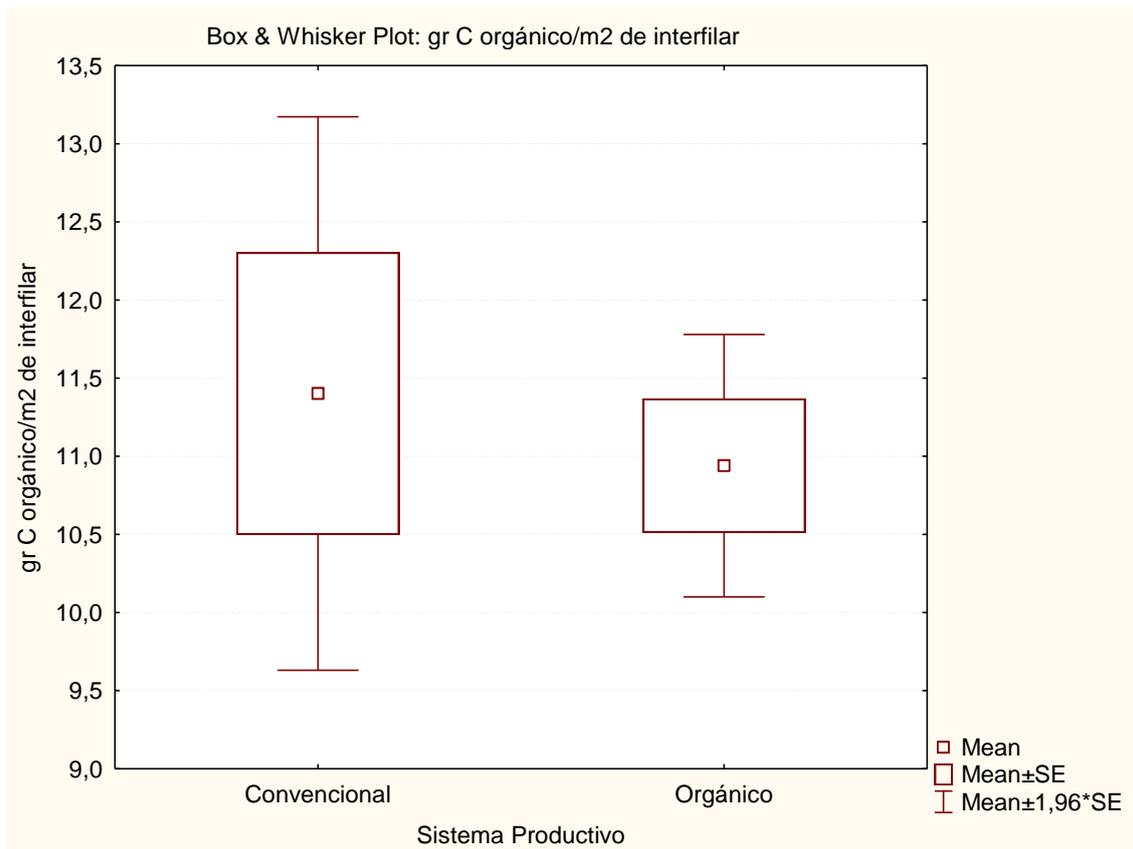


Figura 22. Box/Plot para gr de C orgánico/m<sup>2</sup> de cv del interfililar en sistemas productivos convencionales y orgánicos.

### 8.9 TEST “T” PARA LA COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS (% MO<sub>0-30</sub>), PARA EL FACTOR DE TRATAMIENTO “SISTEMA PRODUCTIVO” (CONVENCIONAL Y ORGÁNICO).

T-tests: Grouping: Sistema Productivo (SistemaProductivoxElectricidad)											
Group 1: Convencional											
Group 2: Orgánico											
Variable	Mean Convencional	Mean Orgánico	t-value	df	p	Valid N Convencional	Valid N Orgánico	Std.Dev. Convencional	Std.Dev. Orgánico	F-ratio Variances	p Variances
% MO 0-30	2,016667	2,383333	-2,45416	4	0,070131	3	3	0,233524	0,111505	4,386059	0,371329

Tabla 8.LI. Test “t” de Student para comparar el % de MO<sub>0-30</sub> en sistemas productivos convencionales y orgánicos.

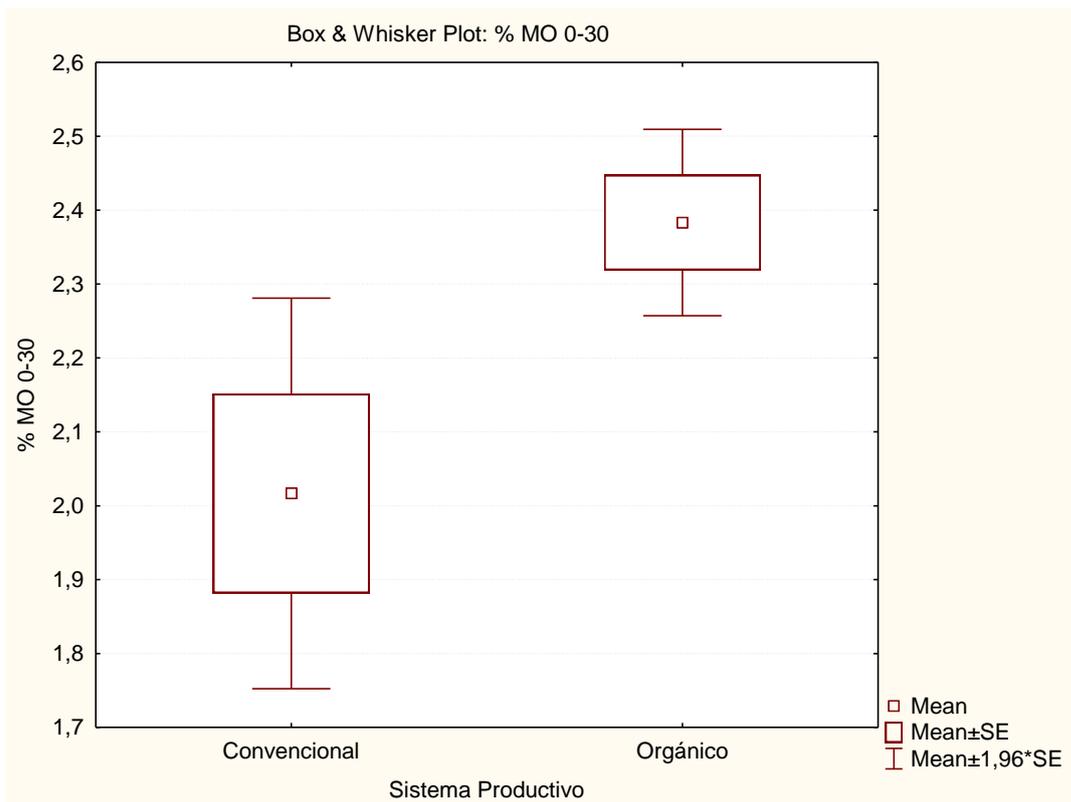


Figura 23. Box/Plot para % MO<sub>0-30</sub> en sistemas productivos convencionales y orgánicos.

### 8.10 TEST "T" PARA LA COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS (BALANCE DE CO<sub>2</sub>/HA BRUTA), PARA EL FACTOR DE TRATAMIENTO "SISTEMA PRODUCTIVO" (CONVENCIONAL Y ORGÁNICO).

T-tests; Grouping: Sistema Productivo (SistemaProductivosMOvsCO2)											
Group 1: Convencional											
Group 2: Orgánico											
Variable	Mean Convencional	Mean Orgánico	t-value	df	p	Valid N Convencional	Valid N Orgánico	Std.Dev. Convencional	Std.Dev. Orgánico	F-ratio Variances	p Variances
Balance CO2/ha bruta	3,933333	2,300000	1,476064	4	0,213968	3	3	0,550757	1,835756	11,10989	0,165154

Tabla 8.LII. Test "t" de Student para comparar el balance de CO<sub>2</sub> en sistemas productivos convencionales y orgánicos.

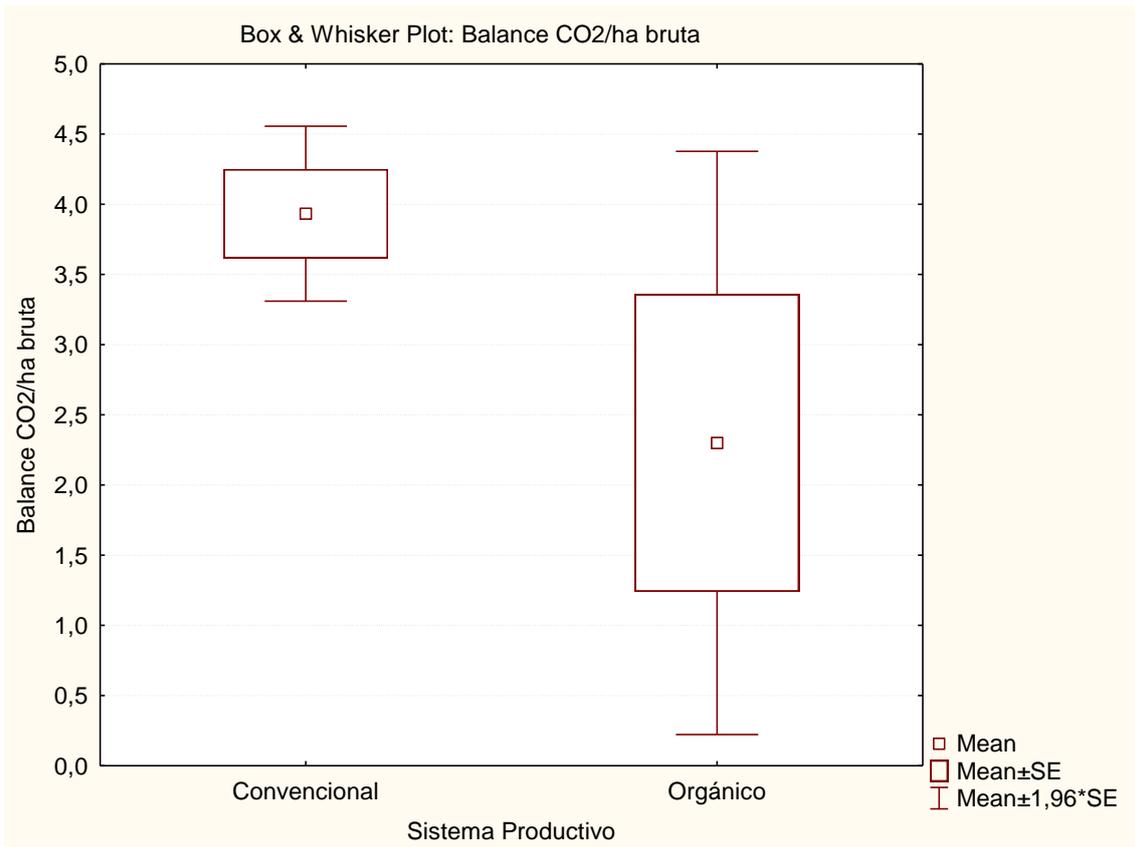


Figura 24. Box/Plot para balance de CO<sub>2</sub>/ha bruta en sistemas productivos convencionales y orgánicos.

**8.11 CAPACIDAD SUMIDERO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN TONELADAS DE CO<sub>2</sub> ESTIMADAS POR UNIDAD PRODUCTIVA Y POR HECTÁREA BRUTA (SE TOMAN EN CUENTA 216 POSTES/HA, MÁS 7,5 ROLLOS DE ALAMBRE DE 7,5 KILOS Y 1000 METROS DE LARGO CADA UNO (3 HILOS: EN REALIDAD SON 4 PERO 1° LUEGO SE PONE COMO 4°).**

Materiales	Unidades	Consumo			Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		Consumo (tn/ha neta)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construído (has)	Mar (has)			
Postes	(Tn)	153,7	20	3074	4,5					38,9					38,9
Alambre	(Tn)	3,08	100	308		71	4,9							4,9	
Total	(hectáreas)														34,0
Total	(toneladas CO <sub>2</sub> )														176,8
tn CO <sub>2</sub> /hectárea bruta															7,0

Tabla 8.LIII. Capacidad sumidero de sistema de conducción de Testa.

Materiales	Unidades	Consumo			Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		Consumo (tn/ha neta)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construído (has)	Mar (has)			
Postes	(Tn)	534,3	20	10686	4,5					135,2					135,2
Alambre	(Tn)	10,70	100	1070		71	17,2							17,2	
Total	(hectáreas)														118,0
Total	(toneladas CO <sub>2</sub> )														614,6
tn CO <sub>2</sub> /hectárea bruta															8,7

Tabla 8.LIV. Capacidad sumidero de sistema de conducción de La Magnolia.

Materiales	Unidades	Consumo			Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		Consumo (tn/ha neta)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construído (has)	Mar (has)			
Postes	(Tn)	101,6	20	2031	4,5					25,7					25,7
Alambre	(Tn)	2,03	100	203		71	3,3							3,3	
Total	(hectáreas)													22,4	
Total	(toneladas CO <sub>2</sub> )													116,8	
tn CO <sub>2</sub> /hectárea bruta														8,4	

Tabla 8.LV. Capacidad sumidero de sistema de conducción de Natalini.

Materiales	Unidades	Consumo			Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		Consumo (tn/ha neta)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construído (has)	Mar (has)			
Postes	(Tn)	208,4	20	4168	4,5					52,7					52,7
Alambre	(Tn)	4,17	100	417		71	6,7							6,7	
Total	(hectáreas)													46,0	
Total	(toneladas CO <sub>2</sub> )													239,7	
tn CO <sub>2</sub> /hectárea bruta														9,9	

Tabla 8.LVI. Capacidad sumidero de sistema de conducción de La Carolina.

Materiales	Unidades	Consumo			Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		Consumo (tn/ha neta)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construído (has)	Mar (has)			
Postes	(Tn)	151,8	20	3037	4,5					38,4					38,4
Alambre	(Tn)	3,04	100	304		71	4,9							4,9	
Total	(hectáreas)													33,5	
Total	(toneladas CO <sub>2</sub> )													174,7	
tn CO <sub>2</sub> /hectárea bruta														9,5	

Tabla 8.LVII. Capacidad sumidero de sistema de conducción de Ibáñez.

Materiales	Unidades	Consumo			Productividad		Huella final por tipo de ecosistema, en hectáreas						Huella Total (has)	Contra-huella (has)	
		Consumo (tn/haneta)	Contenido energético (Gj/tn)	En gigajulios (Gj/año)	Natural (tn/ha/año)	Energética (Gj/ha/año)	Energía fósil (has)	Tierra cultivable (has)	Pastos (has)	Bosques (has)	Terreno construído (has)	Mar (has)			
Postes	(Tn)	822,0	20	16440	4,5					208,0					208,0
Alambre	(Tn)	16,46	100	1646		71	26,4							26,4	
Total	(hectáreas)														181,6
Total	(toneladas CO <sub>2</sub> )														945,6
tn CO <sub>2</sub> /hectárea bruta															9,0

Tabla 8.LVIII. Capacidad sumidero de sistema de conducción de Establecimiento Nicolás.

## 8.12 ESTRUCTURAS PRODUCTIVAS SEGÚN REGISTRO NACIONAL SANITARIO DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS POR UNIDAD PRODUCTIVA.

Chacra	Cuadro	Especie	Variiedad	Superficie (has)	Litros	Superficie (has)	Litros
1	1	Manzana	Galaxy	0,25	750	1,09	3270
1	1	Manzana	Chañar 90	0,84	2520		
1	2	Manzana	Galaxy	1,18	3540	1,18	3540
1	3	Manzana	Galaxy	0,29	870	3,48	10440
1	3	Pera	Abate Fetel	1,04	3120		
1	3	Pera	Beurré D'Anjou	0,2	600		
1	3	Manzana	Chañar 90	0,39	1170		
1	3	Pera	Williams	0,46	1380		
1	3	Pera	Packham's	1,1	3300		
1	4	Pera	Packham's	1,44	4320	3,1	9300
1	4	Pera	Williams	0,97	2910		
1	4	Pera	Beurré D'Anjou	0,52	1560		
1	4	Pera	Abate Fetel	0,17	510		
2	1	Manzana	Chañar 28	0,42	1260	1,1	3300
2	1	Manzana	Chañar 90	0,25	750		
2	1	Manzana	Granny Smith	0,11	330		
2	1	Manzana	Red Delicious	0,32	960		
2	3	Manzana	Granny Smith	0,49	1470	2,31	6930
2	3	Manzana	Red Delicious	1,1	3300		
2	3	Pera	Williams	0,72	2160		
2	4	Manzana	Galaxy	0,11	330	0,42	1260
2	4	Manzana	Chañar 90	0,25	750		
2	4	Manzana	Granny Smith	0,06	180		
2	5	Pera	Packham's	0,74	2220	2,24	6720
2	5	Pera	Williams	1,5	4500		

Tabla 8.LIX. Estructura productiva de Testa.

Cuadro	Especie	Variiedad	Superficie (has)	Litros	Superficie (has)	Litros
1	Manzana	Galaxy	1,98	5940	1,98	5940
2	Manzana	Roho 3615	1,55	4650	1,55	4650
3	Manzana	Roho 3615	1,64	4920	1,64	4920
4	Manzana	Roho 3615	1,51	4530	1,51	4530
5	Manzana	Roho 3615	1,45	4350	1,45	4350
6	Manzana	Rosy Glow A1	1,67	5010	1,67	5010
7	Manzana	Rosy Glow A1	1,52	4560	1,52	4560
8	Manzana	Rosy Glow A1	1,37	4110	1,37	4110
9	Manzana	Rosy Glow A1	0,92	2760	0,92	2760
10	Pera	Williams	0,75	2250	1,35	4050
10	Manzana	Royal Gala	0,6	1800		
11	Pera	Packham's Triumph	0,5	1500	0,61	1830
11	Pera	Williams	0,11	330		
12	Manzana	Cripps Pink	1,16	3480	1,16	3480
13	Manzana	Cripps Pink	1,3	3900	1,3	3900
14	Manzana	Cripps Pink	1,26	3780	1,26	3780
15	Manzana	Cripps Pink	1,45	4350	1,45	4350
16	Manzana	Roho 3615	0,53	1590	0,53	1590
17	Manzana	Roho 3615	2,68	8040	2,68	8040
18	Manzana	Roho 3615	1,89	5670	1,89	5670
19	Manzana	Roho 3615	1,21	3630	1,21	3630
20	Manzana	Cripps Pink	0,21	630	1,04	3120
20	Manzana	Granny Smith	0,03	90		
20	Manzana	Red Delicious	0,8	2400		
21	Manzana	Royal Gala	0,37	1110	1,51	4530
21	Manzana	Cripps Pink	0,41	1230		
21	Manzana	Granny Smith	0,08	240		
21	Manzana	Ital Red	0,65	1950		

Cuadro	Especie	Variiedad	Superficie (has)	Litros	Superficie (has)	Litros
21	Manzana	Ital Red	0,65	1950		
22	Manzana	Beurre Giffard	0,4	1200	1,34	4020
22	Manzana	Williams	0,35	1050		
22	Manzana	Packham's Triumph	0,59	1770		
23	Manzana	Red Fuji	1,24	3720	1,24	3720
24	Manzana	Fuji	1,51	4530	1,51	4530
25	Manzana	Royal Gala	0,35	1050	3,13	9390
25	Manzana	Ital Red	2,17	6510		
25	Manzana	Golden Delicious	0,48	1440		
25	Manzana	Granny Smith	0,13	390		
26	Manzana	Packham's Triumph	1,56	4680	1,85	5550
26	Manzana	Red Bartlett	0,29	870		
27	Pera	Packham's Triumph	1,2	3600	1,47	4410
27	Pera	Williams	0,27	810		
28	Manzana	Roho 3615	1,4	4200	1,4	4200
29	Manzana	Galaxy	3,18	9540	3,18	9540
30	Manzana	Roho 3615	0,21	630	3,35	10050
30	Manzana	Galaxy	3,14	9420		
31	Pera	Packham's Triumph	0,13	390	1,09	3270
31	Pera	Forelle	0,96	2880		
32	Pera	Abate Fetel	2,03	6090	2,27	6810
32	Pera	Beurre D'anjou	0,12	360		
32	Pera	Packham's Triumph	0,12	360		
33	Pera	Abate Fetel	0,38	1140	0,44	1320
33	Pera	Beurre D'anjou	0,03	90		
33	Pera	Packham's Triumph	0,03	90		

Tabla 8.LX. Estructura productiva de La Magnolia.

Cuadro	Especie	Variedad	Superficie (has)	Litros	Superficie (has)	Litros
1	Manzana	Chañar 90	1,05	3150	1,53	4590
1	Manzana	Royal Gala	0,46	1380		
1	Manzana	Top Red	0,02	60		
2	Manzana	Top Red	0,04	120	1,3	3900
2	Manzana	Royal Gala	0,47	1410		
2	Manzana	Red Delicious	0,79	2370		
3	Manzana	Chañar 90	0,38	1140	1,08	3240
3	Manzana	Mondial Gala	0,08	240		
3	Manzana	Royal Gala	0,24	720		
3	Manzana	Top Red	0,28	840		
3	Pera	Packham's Triumph	0,1	300		
4	Manzana	Royal Gala	0,23	690	0,64	1920
4	Manzana	Red King Oregón	0,41	1230		
5	Manzana	Red King Oregón	0,45	1350	0,7	2100
5	Manzana	Royal Gala	0,25	750		
6	Manzana	Royal Gala	0,29	870	0,87	2610
6	Pera	Williams	0,04	120		
6	Manzana	Top Red	0,54	1620		
7	Manzana	Granny Smith	0,3	900	0,87	2610
7	Manzana	Red King Oregón	0,5	1500		
7	Manzana	Royal Gala	0,07	210		
8	Manzana	Royal Gala	0,46	1380	1,51	4530
8	Manzana	Chañar 90	1,05	3150		
9	Manzana	Red King Oregón	0,01	30	1,05	3150
9	Pera	Abate Fetel	0,19	570		
9	Pera	Packham's Triumph	0,85	2550		
10	Pera	Williams	0,31	930	0,31	930

Tabla 8.LXI. Estructura productiva de Natalini.

Cuadro	Especie	Variedad	Superficie (has)	Litros	Superficie (has)	Litros
1	Manzana	Royal Gala	0,17	510	0,72	2160
1	Manzana	Imperial Gala	0,32	960		
1	Manzana	Fuji	0,23	690		
2	Manzana	Williams	0,04	120	0,56	1680
2	Manzana	Rosy Glow A1	0,52	1560		
3	Manzana	Williams	0,04	120	0,6	1800
3	Manzana	Rosy Glow A1	0,56	1680		
4	Pera	Abate Fetel	0,32	960	0,57	1710
4	Pera	Pakcham's	0,21	630		
4	Pera	Williams	0,04	120		
5	Nogal	Nuez	1,3	3900	2,15	6450
5	Pera	Coscia	0,85	2550		
6	Pera	Abate Fetel	0,1	300	1,55	4650
6	Pera	Red Bartlett	0,05	150		
6	Manzana	Imperial Gala	0,04	120		
6	Manzana	Roho 3615	1,33	3990		
6	Manzana	Fuji	0,03	90		
6	Pera	Williams	0,09	270		
7	Manzana	Royal Gala	0,32	960	1,34	4020
7	Manzana	Galaxy	0,66	1980		
7	Manzana	Fuji	0,27	810		
7	Pera	Pakcham's	0,11	330		
8	Pera	Abate Fetel	0,52	1560	1,51	4530
8	Pera	Red Sensation	0,66	1980		
8	Pera	Red Bartlett	0,14	420		
8	Pera	Williams	0,08	240		
8	Pera	Williams	0,08	240		
9	Manzana	Galaxy	1,44	4320		

Cuadro	Especie	Variedad	Superficie (has)	Litros	Superficie (has)	Litros
10	Manzana	Imperial Gala	0,15	450	1,25	3750
10	Pera	Abate Fetel	0,05	150		
10	Pera	Beurré D'Anjou	0,11	330		
10	Pera	Pakcham's	0,21	630		
10	Pera	Williams	0,5	1500		
10	Pera	Red Bartlett	0,19	570	1,64	4920
10	Manzana	Fuji	0,04	120		
11	Pera	Williams	0,12	360		
11	Manzana	Galaxy	0,8	2400		
11	Manzana	Fuji	0,72	2160		
12	Pera	Pakcham's	0,12	360	1,59	4770
12	Pera	Abate Fetel	1,24	3720		
12	Pera	Williams	0,12	360		
12	Pera	Red Bartlett	0,11	330		
13	Pera	Abate Fetel	0,34	1020	1,59	4770
13	Manzana	Rosy Glow A1	1,25	3750		
14	Pera	Beurré D'Anjou	0,05	150	1,28	3840
14	Pera	Red Bartlett	0,08	240		
14	Pera	Williams	0,1	300		
14	Manzana	Fuji	1	3000		
14	Manzana	Imperial Gala	0,05	150		
15	Pera	Williams	0,04	120	1,03	3090
15	Manzana	Royal Gala	0,36	1080		
15	Manzana	Galaxy	0,33	990		
15	Manzana	Fuji	0,3	900		
16	Pera	Pakcham's	0,15	450	1,41	4230
16	Pera	Abate Fetel	1,17	3510		
16	Pera	Red Bartlett	0,09	270		

Tabla 8.LXII. Estructura productiva de La Carolina.

Cuadro	Especie	Variedad	Superficie (has)	Litros	Superficie (has)	Litros
1	Pera	Abate Fetel	0,77	2310	0,92	2760
1	Pera	Beurré D'Anjou	0,15	450		
2	Manzana	Red Delicious	0,67	2010	1,12	3360
2	Manzana	Granny Smith	0,18	540		
2	Pera	Abate Fetel	0,21	630		
2	Pera	Packham's Triumph	0,06	180		
3	Pera	Packham's Triumph	0,58	1740	1,3	3900
3	Pera	Beurré D'Anjou	0,72	2160		
4	Pera	Beurré D'Anjou	0,31	930	1,25	3750
4	Pera	Packham's Triumph	0,94	2820		
5	Pera	Packham's Triumph	0,94	2820	1,29	3870
5	Pera	Beurré D'Anjou	0,35	1050		
6	Pera	Packham's Triumph	0,94	2820	1,29	3870
6	Pera	Beurré D'Anjou	0,35	1050		
7	Manzana	Granny Smith	0,31	930	1,29	3870
7	Manzana	Red Delicious	0,94	2820		
7	Pera	Beurré D'Anjou	0,04	120		
8	Manzana	Red Delicious	0,9	2700	1,17	3510
8	Manzana	Gala	0,27	810		
9	Pera	Packham's Triumph	0,85	2550	1,15	3450
9	Pera	Beurré D'Anjou	0,3	900		
10	Pera	Packham's Triumph	0,94	2820	1,33	3990
10	Pera	Beurré D'Anjou	0,39	1170		
11	Pera	Beurré D'Anjou	0,35	1050	1,34	4020
11	Pera	Packham's Triumph	0,99	2970		
12	Pera	Packham's Triumph	0,94	2820	1,29	3870
12	Pera	Beurré D'Anjou	0,35	1050		

Tabla 8.LXIII. Estructura productiva de Ibáñez.

Chacra	Cuadro	Especie	Variiedad	Superficie	Litros	Superficie	Litros		
1	1	Pera	Red Bartlett	0,7	2100	1,02	3060		
1	1	Pera	Williams	0,32	960				
1	2	Pera	Packham's Triumph	0,26	780	1,27	3810		
1	2	Pera	Red Bartlett	0,81	2430				
1	2	Pera	Williams	0,2	600				
1	3	Pera	Packham's Triumph	0,89	2670				
1	3	Pera	Williams	0,88	2640	1,79	5370		
1	4	Manzana	Red King Oregón	0,49	1470				
1	4	Manzana	Royal Gala	0,05	150				
1	4	Manzana	Galaxy	0,04	120				
1	4	Pera	Packham's Triumph	0,72	2160				
1	4	Pera	Williams	0,49	1470				
1	5	Manzana	Red King Oregón	0,92	2760	2,06	6180		
1	5	Manzana	Royal Gala	0,11	330				
1	5	Manzana	Galaxy	0,09	270				
1	5	Pera	Packham's Triumph	0,53	1590				
1	5	Pera	Red Bartlett	0,19	570				
1	5	Pera	Williams	0,18	540				
1	5	Pera	Forelle	0,04	120				
1	6	Manzana	Chañar 28	0,06	180			2,96	8880
1	6	Manzana	Granny S.	0,02	60				
1	6	Manzana	Red King Oregón	2,21	6630				
1	6	Manzana	Royal Gala	0,21	630				
1	6	Manzana	Galaxy	0,23	690				
1	6	Pera	Red Bartlett	0,17	510				
1	6	Pera	Forelle	0,06	180				
1	7	Manzana	Chañar 34	0,11	330	2,55	7650		
1	7	Pera	Red Bartlett	0,14	420				
1	7	Pera	Forelle	0,04	120				
1	7	Manzana	Chañar 28	1,89	5670				
1	7	Manzana	Granny S.	0,02	60				
1	7	Manzana	Royal Gala	0,18	540				
1	7	Manzana	Galaxy	0,17	510				

Chacra	Cuadro	Especie	Variiedad	Superficie	Litros	Superficie	Litros		
1	8	Manzana	Chañar 28	1,68	5040	2,38	7140		
1	8	Manzana	Royal Gala	0,15	450				
1	8	Manzana	Galaxy	0,18	540				
1	8	Pera	Red Bartlett	0,3	900	2,09	6270		
1	8	Pera	Forelle	0,05	150				
1	8	Manzana	Granny S.	0,02	60				
1	9	Manzana	Chañar 28	1,58	4740				
1	9	Pera	Forelle	0,14	420				
1	9	Manzana	Granny S.	0,02	60				
1	9	Manzana	Royal Gala	0,14	420				
1	9	Manzana	Galaxy	0,14	420				
1	9	Pera	Beurre D'anjou	0,07	210				
1	10	Pera	Packham's Triumph	0,16	480			1,69	5070
1	10	Pera	Red Bartlett	0,15	450				
1	10	Pera	Williams	0,74	2220				
1	10	Pera	Forelle	0,02	60				
1	10	Manzana	Chañar 28	0,5	1500				
1	10	Manzana	Granny S.	0,02	60				
1	10	Manzana	Royal Gala	0,04	120				
1	10	Manzana	Galaxy	0,06	180				
1	11	Manzana	Chañar 34	0,09	270	1,65	4950		
1	11	Manzana	Chañar 90	0,64	1920				
1	11	Manzana	Granny S.	0,08	240				
1	11	Pera	Red Bartlett	0,29	870				
1	11	Pera	Forelle	0,05	150				
1	11	Manzana	Chañar 28	0,5	1500				
1	12	Pera	Red Bartlett	1,14	3420	1,39	4170		
1	12	Pera	Williams	0,2	600				
1	12	Pera	Forelle	0,05	150				
1	13	Manzana	Galaxy	0,67	2010			0,84	2520
1	13	Pera	Red Bartlett	0,14	420				
1	13	Pera	Forelle	0,03	90				
1	14	Manzana	Chañar 90	0,41	1230	0,63	1890		
1	14	Manzana	Granny S.	0,04	120				
1	14	Manzana	Galaxy	0,18	540				
1	15	Manzana	Chañar 34	0,39	1170	0,43	1290		
1	15	Manzana	Granny S.	0,04	120				

Tabla 8.LXIV. Estructura productiva de Establecimiento Nicolás (Chacra 1).

Chacra	Cuadro	Especie	Varietad	Superficie	Litros	Superficie	Litros
2	1	Manzana	Royal Gala	0,26	780	0,26	780
2	2	Manzana	Royal Gala	0,47	1410	0,47	1410
2	3	Manzana	Royal Gala	0,82	2460	0,82	2460
2	4	Manzana	Royal Gala	1,03	3090	1,03	3090
2	5	Manzana	Braeburn	0,64	1920	1,37	4110
2	5	Manzana	Fuji	0,73	2190		
2	6	Manzana	Royal Gala	1,41	4230	1,41	4230
2	7	Manzana	Royal Gala	0,51	1530	0,51	1530
2	8	Manzana	Fuji	1,27	3810	1,27	3810
2	9	Manzana	Braeburn	0,56	1680	1,12	3360
2	9	Manzana	Fuji	0,56	1680		
2	10	Manzana	Braeburn	0,59	1770	1,24	3720
2	10	Manzana	Fuji	0,65	1950		
2	11	Manzana	Fuji	0,72	2160	1,44	4320
2	11	Manzana	Braeburn	0,72	2160		
2	12	Manzana	Fuji	0,4	1200	0,4	1200
2	13	Manzana	Chañar 28	0,93	2790	1,12	3360
2	13	Manzana	Royal Gala	0,19	570		
2	14	Manzana	ROSY GLOW A1	1,39	4170	1,39	4170
2	16	Manzana	Chañar 28	0,81	2430	1,01	3030
2	16	Manzana	Royal Gala	0,2	600		
2	17	Manzana	Chañar 28	1,18	3540	1,45	4350
2	17	Manzana	Royal Gala	0,27	810		
2	18	Manzana	Chañar 28	1,13	3390	1,4	4200
2	18	Manzana	Royal Gala	0,27	810		
2	19	Manzana	Chañar 28	0,19	570	0,31	930
2	19	Manzana	Royal Gala	0,02	60		
2	19	Manzana	Galaxy	0,1	300		
2	20	Pera	Beurre D'anjou	0,31	930	0,31	930
2	21	Pera	Red Bartlett	0,62	1860	1,37	4110
2	21	Pera	Forelle	0,75	2250		
2	22	Pera	Beurre D'anjou	0,62	1860	1,36	4080
2	22	Pera	Packham's Triumph	0,74	2220		
2	23	Pera	Beurre D'anjou	0,88	2640	1,72	5160
2	23	Pera	Packham's Triumph	0,84	2520		
2	24	Pera	Abate Fetel	0,04	120	0,33	990
2	24	Pera	Beurre D'anjou	0,29	870		
2	25	Pera	Abate Fetel	0,04	120	1,29	3870
2	25	Pera	Beurre D'anjou	1,25	3750		
2	26	Pera	Beurre D'anjou	1,23	3690	1,23	3690
2	27	Pera	Williams	1,23	3690	1,23	3690
2	28	Manzana	Braeburn	0,04	120	0,47	1410
2	28	Manzana	Cripps Pink	0,43	1290		
2	29	Manzana	Braeburn	0,06	180	0,67	2010
2	29	Manzana	Cripps Pink	0,61	1830		

Chacra	Cuadro	Especie	Varietad	Superficie	Litros	Superficie	Litros
2	30	Pera	Abate Fetel	1,05	3150	1,31	3930
2	30	Pera	Beurre D'anjou	0,26	780		
2	31	Pera	Williams	1,28	3840	1,28	3840
2	32	Manzana	Braeburn	0,13	390	1,4	4200
2	32	Manzana	Cripps Pink	1,27	3810		
2	33	Manzana	Braeburn	0,1	300	1	3000
2	33	Manzana	Cripps Pink	0,9	2700		
2	34	Manzana	Granny S.	0,16	480	0,96	2880
2	34	Manzana	Cripps Pink	0,8	2400		
2	35	Pera	Abate Fetel	0,8	2400	0,95	2850
2	35	Pera	Beurre D'anjou	0,15	450		
2	36	Manzana	Cripps Pink	1,27	3810	1,27	3810
2	37	Manzana	Granny S.	0,16	480	1,44	4320
2	37	Manzana	Cripps Pink	1,28	3840		
2	38	Manzana	Braeburn	0,09	270	0,98	2940
2	38	Manzana	Cripps Pink	0,89	2670		
2	39	Manzana	Granny S.	0,13	390	0,8	2400
2	39	Manzana	Cripps Pink	0,67	2010		
2	40	Pera	Abate Fetel	0,54	1620	0,65	1950
2	40	Pera	Beurre D'anjou	0,11	330		
2	41	Pera	Abate Fetel	0,53	1590	0,62	1860
2	41	Pera	Beurre D'anjou	0,09	270		
2	42	Manzana	Cripps Pink	1,15	3450	1,15	3450
2	43	Manzana	ROSY GLOW A1	1,44	4320	1,44	4320
2	44	Manzana	Royal Gala	1,16	3480	1,16	3480
2	45	Manzana	Royal Gala	0,8	2400	0,8	2400
2	46	Pera	Abate Fetel	0,29	870	0,35	1050
2	46	Pera	Beurre D'anjou	0,06	180		
2	47	Pera	Abate Fetel	0,43	1290	0,51	1530
2	47	Pera	Beurre D'anjou	0,08	240		
2	48	Pera	Abate Fetel	0,18	540	0,22	660
2	48	Pera	Beurre D'anjou	0,04	120		
2	49	Manzana	Royal Gala	1,35	4050	1,35	4050
2	50	Manzana	Royal Gala	1,35	4050	1,35	4050
2	51	Manzana	ROHO 3615	0,62	1860	0,62	1860
2	52	Manzana	ROHO 3615	0,34	1020	0,34	1020
2	53	Manzana	Galaxy	0,43	1290	0,43	1290
2	54	Manzana	Galaxy	0,2	600	0,2	600
2	55	Manzana	Galaxy	0,27	810	0,3	900
2	55	Manzana	Brookfield	0,03	90		
2	56	Manzana	Braeburn	1,35	4050	1,35	4050
2	57	Manzana	ROHO 3615	0,66	1980	0,66	1980
2	58	Manzana	ROHO 3615	0,71	2130	0,71	2130
2	59	Manzana	ROHO 3615	0,44	1320	0,44	1320
2	60	Manzana	Fuji	0,56	1680	1	3000
2	60	Manzana	ROHO 3615	0,44	1320		
2	61	Manzana	ROHO 3615	0,24	720	0,24	720

Tabla 8.LXV. Estructura productiva de Establecimiento Nicolás (Chacra 2).

	Superficie (hectáreas)						Porcentaje (%)					
	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O
	Testa	La Magnolia	Natalini	La Carolina	Ibáñez	Nicolás	Testa	La Magnolia	Natalini	La Carolina	Ibáñez	Nicolás
Cultivo	27,4	95,1	18,1	37,1	27	146,4	80	82	79	82	76	82
Jardines	2,8	9,8	1,9	3,8	2,8	15,1	8	8	8	8	8	8
Alamedas	1,5	8	0,6	1,2	1,84	9,5	4	7	3	3	5	5
Construído	0,06	0,1	0,07	0,6	0,22	0,1	0	0	0	1	1	0
Circulación maquinaria	2,4	3,5	2,1	2,8	3,87	7,3	7	3	9	6	11	4
Total	34,16	116,5	22,77	45,5	35,73	178,4	100	100	100	100	100	100

Tabla 8.LXVI. Comparación de uso de suelo por unidad productiva respecto a superficie en hectáreas y porcentaje de participación de cada uso.

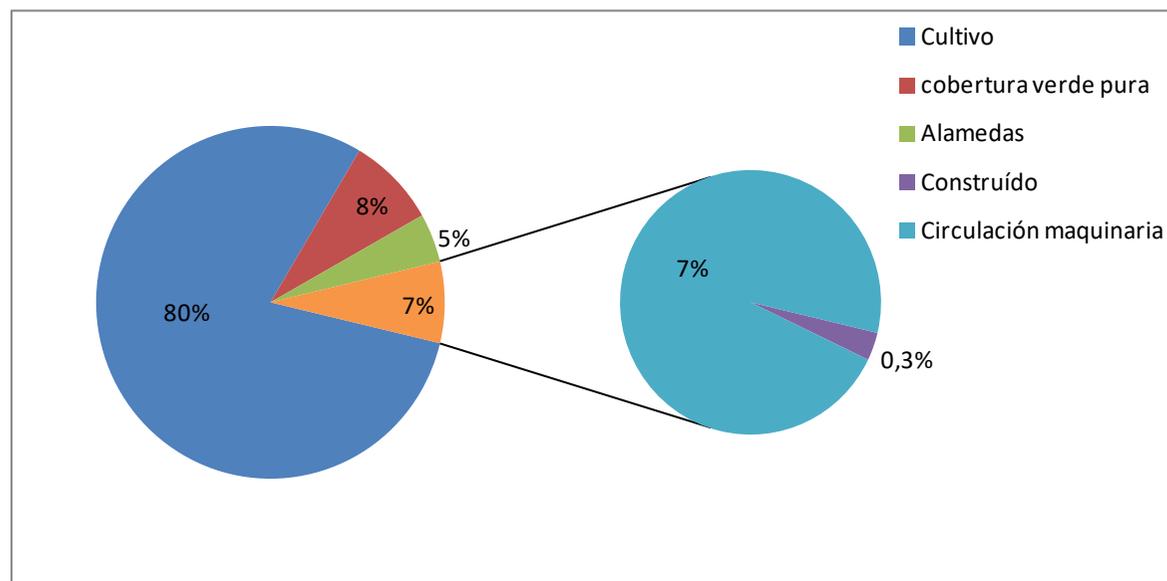


Figura 25. Porcentaje promedio de uso del suelo.