



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 8

Agroecologia e resiliência
socioecológica às mudanças
climáticas e outros estresses



Hacia el uso sustentable de la energía en los agroecosistemas

Towards sustainable use of energy in agroecosystems

DUSSI, María Claudia; FERNÁNDEZ, Cristina; FLORES, Liliana

Grupo de Estudio de Sustentabilidad en Agroecosistemas Frutícolas (GESAF). Cátedra de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue. Ruta 151 Km 12,5. CC 85. Cinco Saltos, (8303) Río Negro, Patagonia Argentina. e-mail:

Eje temático: Agroecología y la Resiliencia
Socio-Ecológica al Cambio Climático y otros 'Shocks'

Resumen

El sistema económico productivo actual, mediante la utilización de subsidios energéticos, acelera el flujo de energía y la circulación de materia de los agroecosistemas, lo que lleva a un aumento de la entropía reflejada en la contaminación y pérdida de diversidad biológica cultural. El objetivo fue determinar cómo inciden las distintas fuentes energéticas en un cultivo frutícola y plantear estrategias para mejorar la sustentabilidad de los agroecosistemas. Se analizó la energía biológica cultural y la energía industrial en una plantación de manzana Red Delicious cv. Top Red, teniendo en cuenta las actividades que se realizaron en el establecimiento durante la temporada 2015-2016. El total de energía que ingresó al agroecosistema fue de 24624,25 MJ/ha de los cuales el 2% corresponde a la energía biológica cultural y el 98% a energía industrial. Los Resultados reflejan una alta dependencia de subsidios energéticos. Con estas bases se pueden realizar los cambios necesarios para promover agroecosistemas sustentables.

Palabras claves: Agroecología, entropía, fruticultura, subsidios energéticos, sustentabilidad.

Abstract

The current productive economic system, through the use of energy subsidies, accelerates the flow of energy and the circulation of matter in agroecosystems, leading to an increase in entropy reflected in pollution and loss of cultural biological diversity. The objective was to determine how different energy sources affect a fruit crop and to propose strategies to improve the sustainability of agroecosystems. Cultural energy and industrial energy were analyzed in a Top Red apple plantation, taking into account the activities that took place in the orchard during the 2015-2016 growing season. The total energy input to the agroecosystem was 24624.25 MJ/ha of which 2% corresponds to cultural biological energy and 98% to industrial energy. Results reflect a high dependence on energy subsidies. With these bases, the necessary changes can be made to promote sustainable agroecosystem.

Key words: Agroecology, entropy, Fruit orchard energy subsidies, sustainability.

Introducción

El sistema económico productivo actual, utiliza subsidios que aceleran el flujo energético y la circulación de materia en los agroecosistemas, lo que lleva a un aumento de la entropía reflejada en la contaminación y pérdida de diversidad biológica-cultural entre otros aspectos. Como alternativa a lo expuesto, el enfoque agroecológico considera



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 8

Agroecologia e resiliência
socioecológica às mudanças
climáticas e outros estresses



a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio; y en estos sistemas, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo (Altieri y Nichols, 2000).

Según Gliessman (2002), los diferentes tipos de ingresos de energía en los agroecosistemas se pueden clasificar en la energía proveniente de la radiación solar, llamada energía ecológica y la energía cultural, proveniente de fuentes antropogénicas. A su vez, la energía cultural puede subdividirse en biológica e industrial. La energía cultural biológica, es cualquier insumo de energía que tiene una base biológica bajo el control o manejo humano. Esto incluye el trabajo humano, el trabajo animal manejado por humanos y los subproductos de los animales como el estiércol y compost entre otros. La energía biológica cultural es renovable y eficiente al facilitar la producción de biomasa cosechable. La energía cultural industrial es aquella que deriva del petróleo, de fisión radioactiva y de fuentes geotérmicas e hidrológicas, entre otras.

Una mayor diversidad en el agroecosistema incrementa la complejidad y por lo tanto la resiliencia del sistema aumentando así su sustentabilidad (Racskó *et al*, 2008; Dussi *et al*, 2011; Flores *et al*, 2015).

La fruticultura es la principal actividad económica de la región del Alto Valle de Río Negro, Argentina, aportando a la provincia de Río Negro el 20% del Producto Bruto Geográfico. Así mismo la actividad agropecuaria ocupa, en forma directa e indirecta, al 35% de la población económicamente activa. Según el Censo Agropecuario Nacional (CAR, 2005) la superficie de manzanas supera las 26.000 ha., con una producción aproximada de 750.000 tn. exportándose cerca de 212.000 tn.

El clima del Alto Valle es continental, templado árido con una precipitación media anual de 200 mm. La incidencia de heladas primaverales tardías se controla de distintas formas entre ellas utilizando la aspersión de agua (control activo).

El objetivo del presente estudio fue determinar cómo inciden las distintas fuentes energéticas en un cultivo frutícola y plantear estrategias para mejorar la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Materiales y métodos

Para el presente estudio se analizaron las labores culturales realizadas durante la temporada productiva comprendida entre agosto de 2015 a febrero de 2016 de un agroecosistema frutícola de 20 ha, con frutales de pepita, ubicado en la localidad de Enrique Godoy, Río Negro, Patagonia Argentina, (39°LS), con manejo biodinámico certificado.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 8

Agroecologia e resiliência
socioecológica às mudanças
climáticas e outros estresses



El cálculo de energía se realizó para la producción obtenida de una hectárea de manzana Red Delicious cv. Top Red (30 años de edad) plantada sobre pie franco. Las plantas conducidas en espaldera tienen un marco de plantación de 4m entre filas y 3m entre plantas, con verdeos en el interfilas (distanciamiento entre filas de plantas frutales).

Para coleccionar la información, se recurrió a los cuadernos de campo del establecimiento, donde se detallan las labores culturales, los insumos utilizados y requerimientos de mano de obra, los que representan el flujo de ingreso de una hectárea durante la temporada 2015-2016. En el análisis no se incluyó la energía aportada por el sol, la infraestructura agrícola del huerto frutal y su mantenimiento.

El análisis de gestión energética se extendió hasta el momento en que los productos transpusieron los límites físicos del establecimiento, por lo tanto se excluyeron los procedimientos de empaque, almacenaje y transporte hasta los consumidores.

Para determinar la energía industrial y la biológica cultural se tuvieron en cuenta los datos de combustible, energía eléctrica y mano de obra, de todas las actividades que se realizaron en el establecimiento durante el período establecido.

El cálculo del aporte energético del trabajo humano depende de la duración e intensidad de las labores que realice el hombre. Se ha estimado según Campos y Naredo (1980) que la mano de obra con alta duración e intensidad denominada “fuerte” equivale a 96,28 kcal/hora y la “débil” 64,28 kcal/hora. Lo que equivale a 3,22 MJ/Jornal y 2,50 MJ/Jornal respectivamente. El Jornal representa 8 horas de labor diaria. Para el consumo energético del combustible tipo gas oíl se utilizó el valor de 35, 86 MJ/litros (Funes Monzote *et al*, 2006 y 2009).

El establecimiento cuenta con un equipo de aplicación integrado por un tractor Massey Ferguson 1475 S modelo 1997 de 185 HP y una pulverizadora Jacto Arbus 2000 de 2000 litros, con un consumo de gas oil de 7 litros/hs. Además el agroecosistema cuenta con una plataforma agrícola autopropulsada, Pazima, utilizada en cosecha, poda y raleo.

En el cálculo de energía indirecta se tomaron los datos del tractor y pulverizadora. El consumo de energía indirecta estuvo representado por la energía incurrida en la fabricación del equipo de aplicación; en este punto no se consideraron los costos energéticos derivados de la producción de aceites de verano y carpovirus. Para establecer la energía indirecta (Tabla 1) se utilizó la ecuación (1) propuesta por Bridges y Smith (1979) y aplicada por Doering (1980) y Fluck (1992), que determina el costo en MJ/hora y adiciona la energía secuestrada en los Materiales de construcción incluyendo la fabricación y transporte, combustible, lubricantes/filtros, reparaciones/mantenimiento.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 8

Agroecologia e resiliência
socioecológica às mudanças
climáticas e outros estresses



Energía indirecta = Peso del equipo (Kg) * Energía por unidad de masa (MJ/Kg) (1)
(MJ/ha)

Vida útil del equipo (hora)

Los valores para el peso del equipo (kg) fueron obtenidos de los manuales de las maquinarias; para la energía por unidad de masa (MJ/Kg) se consultó Fluck (1992); y para la vida útil del equipo (hora) se consultó Solari y Quintana (1979). Una vez calculado el valor de energía indirecta expresado en cantidad de MJ insumido por hora se multiplicó por las horas de uso en la hectárea analizada y se obtuvo el valor de energía indirecta.

El control de heladas primaverales tardías se realizó mediante un sistema de aspersores que funcionan con una bomba a gas oíl. En términos productivos, dichas heladas son las de mayor importancia en la zona de estudio. Durante la temporada analizada ocurrieron 5 días de heladas que justificaron el uso de los aspersores durante 41 horas. Durante el ciclo de producción se utilizaron dispensers para el control de carpocapsa y trampas para monitoreo de plagas.

Resultados y discusión

Del total de subsidios energéticos que ingresa al establecimiento analizado (Figura 1) 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.

Durante la temporada analizada, para el control de heladas se utilizaron los aspersores durante 41 horas lo que equivale a un valor de energía industrial de 13.513,50MJ/ha. y una energía biológica cultural de 13.13 MJ/ha. (Tabla 1).

Las actividades que registraron, en proporción, un mayor aporte de energía industrial fueron el control de heladas primaverales tardías, MAP, fertilización al suelo y cosecha. Mientras que el riego insumió solamente, energía biológica cultural.

En el sistema de producción que se estudió, se utiliza 449,56 de MJ/ha de energía biológica cultural y 24106,57 MJ/ha de energía industrial, que equivalen al 2% y al 98% respectivamente. Con respecto al ingreso de energía cultural industrial indirecta, se observa en el agroecosistema analizado, un valor de 68,12MJ/ha, (Tabla 1).

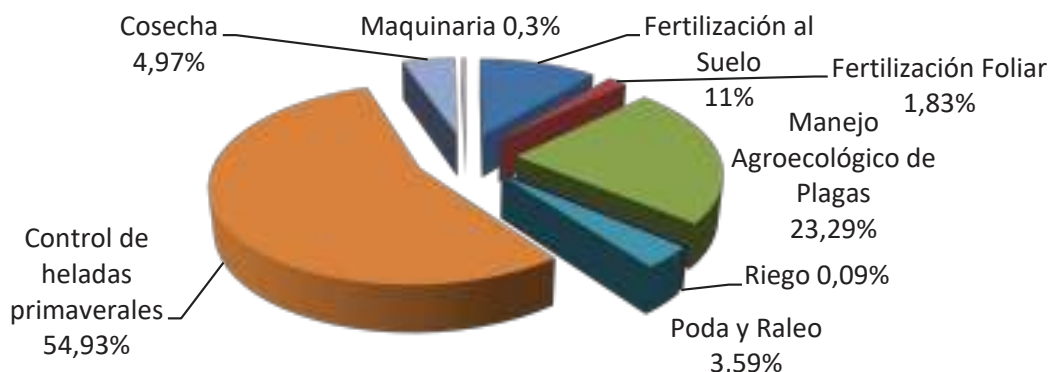


Figura 1: Valores de energía (%) aportado a las distintas actividades realizadas en una hectárea de manzanos Red Delicious cv. Top Red. Temporada 2015-2016.

Tabla 1: Valor de energía biológica cultural y energía cultural industrial directa e indirecta aportada en la producción de una hectárea de manzanos Red Delicious cv. Top Red durante la temporada 2015 - 2016.

Labores Culturales	Energía biológica cultural (MJ/ha)	Energía cultural industrial directa (MJ/ha)	Energía cultural industrial indirecta (MJ/ha)	Energía Total de cada labor cultural (MJ/ha)
Fertilización al Suelo	145,41	2565,06	0	2710,47
Fertilización Foliar	0,48	450,45	0	450,93
Manejo Agroecológico de Plagas	31,75	5705,70	0	5737,45
Riego	21,61	0	0	21,61
Poda y Raleo	202,86	681,39	0	884,25
Control de heladas primaverales	13,13	13513,50	0	13526,63
Cosecha	34,32	1190,47	0	1224,79
Maquinaria	0	0	68,12	68,12
Sub-Total (MJ/ha)	449,56	24106,57	68,12	24624,25
Energía total ingresada al sistema (%)	2	98		100



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 8

Agroecologia e resiliência
socioecológica às mudanças
climáticas e outros estresses



Conclusiones

El alto porcentaje de energía industrial utilizada en el sistema frutícola bajo análisis, refleja una alta dependencia de subsidios energéticos. Para reducir esta dependencia, es primordial regular las distintas actividades que se realizan en los sistemas productivos mediante la aplicación de tecnologías adecuadas, es decir reducir el uso de la energía industrial, especialmente la que proviene de fuentes no renovables o contaminantes, tales como el petróleo; utilizar sistemas de labranzas que requieren menor uso de maquinarias, regar en forma eficiente, usar fuentes alternativas de energía cultural-industrial, tales como sistemas fotovoltaicos y turbinas de viento.

En el control de heladas primaverales tardías una alternativa es el cambio hacia la utilización de una bomba eléctrica accionada con energía proveniente de fuentes renovables. Además se podría recurrir a sistemas pasivos de control de heladas, manteniendo la cobertura vegetal del interfilas, cortada a baja altura y el suelo húmedo para que se produzca un mayor calentamiento del mismo durante el día y la liberación nocturna de energía que atenúa la helada. Asimismo el uso de cortinas vegetales rompevientos reduce el ingreso de aire frío que proviene de las unidades productivas vecinas sin protección de heladas y frena la intensidad de la brisa que provoca mayor evaporación y enfriamiento. Es fundamental diseñar agroecosistemas resilientes al cambio climático cultivando variedades resistentes a las bajas temperaturas primaverales.

También, es necesario aumentar el conocimiento y aplicación del manejo agroecológico de plagas, de las interacciones a nivel predial con el fin de reducir insumos externos, incrementar el uso del control biológico mediante cultivos de cobertura o cultivos intercalados y, en lo referido a la comercialización, fomentar la regionalización de la producción y la vinculación entre consumidores y productores.

Un aspecto a tener en cuenta en los análisis energéticos es que si como salida de energía se contabiliza, sólo la parte del cultivo que tiene como destino la venta al mercado, se infravalora el análisis de energía del sistema frutícola, debido a que del total de los ingresos, gran parte se retiene en el agroecosistema como estructura vegetal.

El análisis del flujo energético permite evaluar las prácticas agrícolas, identificando aquellos aspectos a ser mejorados. La sustentabilidad agrícola se alcanza, entre otros factores, mediante el conocimiento adecuado de los procesos ecológicos que suceden tanto en las parcelas de producción como en su contexto. Con estas bases se pueden realizar los cambios socio-económicos que promueven la sustentabilidad en todos los sectores del sistema agroalimentario.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 8

Agroecologia e resiliência
socioecológica às mudanças
climáticas e outros estresses



Referencias bibliográficas

- Altieri M.A. y Nicholls C.I., 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1a edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, México D.F., México I
- Bridges, T. C., & Smith, E. M. (1979). A method for determining the total energy input for agricultural practices. *Transactions of the ASAE*, 22(4), 781-0784.
- CAR (2005) Censo de Agricultura bajo Riego.- Secretaría de Estado de Fruticultura. Ministerio de Economía. Río Negro. Argentina. 5-18.
- Campos, P., & Naredo, J. M. (1980). La energía en los sistemas agrarios. *Agricultura y Sociedad*, (15), 17-113.
- Doering, O. C. (1980). Accounting for energy in farm machinery and buildings. *Handbook of energy utilization in Agriculture*, 9-14.
- Dussi, M.C.; Fernández, C.; Flores, L.; Ramos, A; Prado, E. 2012a. Diversidad vegetal en un Agroecosistema Frutícola Biodinámico. I Congreso Santafecino de Agroecología. Santa Fé.
- Dussi M.C.; G. Giardina; P. Reeb; F. De Bernardin and E. Apendino. 2006. Fruit thinning effects in apple cv. Royal Gala. En: Webster and Ramirez (Ed.). *Proc. Xth. Int. Symp. on Plant bioregulators in fruit production*. *Acta Hort.* 727:401-408. ISHS.
- Dussi, M.C.; D. Sosa; R. González Junyent; G. Giardina. 2004. Poda de verano en manzanos Red Delicious. Efecto sobre la calidad de la fruta y las hojas de dardos. *Rev. Fac.Cs.Agr. UNCuyo*. TomoXXXVI. Nro.2.15-22.
- Flores, L.; Azpilicueta, C.; Dussi, M.C.; Fernández, C.; Aruani, C. 2015. Impact of the inter row management and vegetation over the nematodes' abundance in pear agroecosystems. *ACTA HORTICUTURAE*. XII International Pear Symposium (Bélgica).
- Fluck, R. C. (1992). Energy of human labor. *Energy in Farm production*, 6, 31-37.
- Funes-Monzote, F., Monzote, M., Valdés, L.R., Lantinga, E.A., 2006. Conversion of Specialized Dairy Farming Systems into Sustainable Mixed Farming Systems in Cuba. 20 pp. (Submitted to *Agricultural Systems*).
- Funes-Monzote, Fernando R., Jonathan Castro, Dunieski Pérez, Yodeski Rodríguez, Nelson Valdés, Andre Luiz Gonçalves, 2009: Energía 3.01. Sistema computarizado para el cálculo de los indicadores de eficiencia energética. Enviado al registro nacional de obras protegidas.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 8

Agroecologia e resiliência
socioecológica às mudanças
climáticas e outros estresses



Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE.

Racskó, J., Nagy, P.T., Szabó, Z., Gonda, I., Soltész, M., Nyéki, J. and Dussi, M.C. 2008. Soil-plant and fruit quality relationships in integrated and organic apple production. En: Prange and Bishop (Ed.). Proc. XXVII Int. Hort.Congress-Int. Symp. on Sustainability through Integrated and Organic Hort. Acta Hort 767:337-343. ISHS

Solari, A. O., & Quintana, M. A. (1979). Cálculo de la dotación de maquinaria agrícola para un predio determinado y su costo de operación, 52.