

ANÁLISE ENERGÉTICA DO PRIMEIRO ANO DE CULTIVO DO PINHÃO-MANSO EM SISTEMA IRRIGADO POR GOTEJAMENTO

Michelle Sato Frigo¹; Osmar de Carvalho Bueno¹; Maura Seiko Tsuitsui Esperancini¹; Elisandro Pires Frigo²; Antonio Evaldo Klar²

¹*Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Univesidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, michelle_yakon_sato@hotmail.com*

²*Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Univesidade Estadual Paulista, Botucatu, SP*

1 RESUMO

Devido à questão da gradual redução das reservas de petróleo, alternativas energéticas vêm sendo estudadas. Uma destas alternativas é o biodiesel, sendo que dentre as culturas apontadas com grande potencial produtivo de óleo para fins combustíveis, a do pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*), mostra-se bastante promissora. Entretanto, estudos acerca desta cultura ainda são escassos, tanto no que diz respeito às questões agrônômicas quanto energéticas, sendo, portanto, necessário tais estudos para que se avancem nas questões técnicas produtivas, bem como do uso da energia e de sustentabilidade desta. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi de analisar os gastos das diferentes fontes energéticas (renováveis e não renováveis) do agroecossistema do pinhão-manso em sistema irrigado por gotejamento de, forma a avaliar sua sustentabilidade no longo prazo em função do balanço energético e do uso de fontes não-renováveis. O plantio estudado foi uma das áreas da empresa NNE Minas Agro-Florestal Ltda., localizada na cidade de Janaúba/MG. Foram utilizados dados oriundos de fontes primárias (coletados em campo através de relatos orais) e secundárias (dados oriundos de bibliografia da área). Dez operações foram apontadas neste agroecossistema: limpeza manual do terreno (através de derrubada de bananeiras e roçada de rebrotas), gradagem mecânica, roçada mecânica, formação manual de mudas, coveamento e plantio manuais, aplicação manual de inseticida, aplicação manual de fungicida, capina manual, irrigação por gotejamento e colheita manual. Como resultado, obteve-se um balanço energético de 2.141,66 MJ. ha⁻¹, ou seja, para cada quilo de frutos produzidos ou 12,80 MJ de energia bruta de produto, 4,62 MJ são de entradas de energias não-renováveis, que no caso deste estudo corresponde às fontes fósseis (combustível, graxa e lubrificantes); já a eficiência energética foi de 2,77, o que significa que para cada quilo de frutos produzidos (12,80 MJ) são necessários a utilização de 35,46 MJ de “entradas” de energias não-renováveis. Por fim, a eficiência cultural foi de 0,36%, que corresponde que, a cada 12,80 MJ produzidos, ou seja, um quilo de frutos, foram necessários o uso de 35,67 MJ de fontes biológicas, fósseis e industriais (entradas energéticas). Conclui-se, através destes resultados que, neste agroecossistema estudado, devido ao grande uso de energia não-renovável, o mesmo torna-se insustentável em longo prazo, tendo-se em vista que a finalidade de tal cultura é a produção de um combustível renovável; portanto, o uso de fontes não-renováveis em sua produção em quantidades superiores à energia produzida, torna-se incoerente.

UNITERMOS: biodiesel, fontes não-renováveis, balanço energético, eficiência energética e cultural, sustentabilidade.

**FRIGO SATO, M.; BUENO, O. C.; ESPERANCINI, M. S. T.; FRIGO, E. P.; KLAR, A.
E. PHYSIC NUT CULTURE UNDER IRRIGATED SYSTEM: AN ENERGY
ANALYSIS**

2 ABSTRACT

Due to gradual reduction of oil reserves, energy alternatives have been studied and one of them is biodiesel. Physic nut (*Jatropha curcas L.*) is a potential culture for biodiesel. However, there are very few studies on this culture as to its agricultural and energetic characteristics. Therefore, it is necessary to do research so that production techniques, energy use and sustainability be developed. The aim of this experiment was to analyze costs of different energy sources (renewable and non-renewable ones) from physic nut under drip irrigation in order to evaluate its long-term sustainability in relation to energy balance and use of non-renewable sources. The studied culture was from an area of NNE Minas Agro-Florestal Ltda, located in Janauba-MG, Brazil. Data from primary sources (collected in field through oral reports) and secondary ones (data from literature) were used. Ten operations have been pointed out: manual clearing of the area (cutting of banana trees and vegetation raking), mechanical grading, mechanical raking, manual seedling formation, manual preparation and seedling planting, manual insecticide application, manual fungicide application, manual weed removal, drip irrigation and manual harvest. As a result, energy balance was 2,141.66 MJ ha⁻¹, that is for each kilo of produced fruits or 12.80 MJ of total energy, 4.62 MJ corresponds to input of non-renewable energy (fossil fuel, oil, and lubricants). Energy efficiency was 2.77, that is, for each kilo of produced fruits or 12.80 MJ it is necessary to use 35.46 MJ of non-renewable energy input. Culture efficiency was 0.36, that is, for each produced 12.80 MJ or one kilo of fruits it was necessary to use 35.67 MJ of biological, fossil and industrial sources (energy input). It was concluded that this studied agroecosystem is unsustainable in the long run because of its great use of non-renewable energy. Considering the purpose of that culture is the production of renewable fuel, it is incoherent to use a higher amount of non-renewable sources for its production than produced energy.

KEY WORDS: biofuel, non-renewable sources, energy balance, energy efficiency, culture efficiency and sustainability

3 INTRODUÇÃO

A busca por sistemas sustentáveis tornou-se meta fundamental para a sociedade como um todo, face às irreversíveis e negativas mudanças ocorridas no meio ambiente geradas pelo processo de industrialização e seus desdobramentos.

Em face deste quadro, somada à gradual redução das reservas de petróleo, alternativas produtivas vêm sendo estudadas, visando obter-se sistemas economicamente viáveis, socialmente justos, ecologicamente adequados e energeticamente equilibrados. Uma destas alternativas é o biodiesel, sendo que, dentre as culturas energéticas apontadas com grande potencial produtivo de óleo para fins combustíveis, a do pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*) é a que apresenta o cenário mais positivo, seja pela alta produção de óleo por hectare, ou mesmo pela não-concorrência com outros mercados, como ocorre com outras culturas oleaginosas.

A eficiência dos sistemas agrícolas de produção pode ser analisada por duas abordagens distintas que, além de importantes, complementam-se: a produtiva, que se refere à análise da produção física obtida, ou seja, da produtividade, e a econômica, que se relaciona aos custos de produção e lucratividade do sistema analisado. Além destas abordagens, uma terceira vem recebendo atenção dos pesquisadores e da sociedade em geral, porém, ainda de forma conjuntural. Trata-se da abordagem energética de agroecossistemas, que se refere à mensuração e construção de índices capazes de captar as diversas relações de fluxos de energia que permeiam determinado sistema agrícola. Além de sua importância equiparada às outras já citadas, a abordagem energética as complementa, pois permite análises mais aprofundadas sobre os agroecossistemas, principalmente nas questões relacionadas à sustentabilidade (Bueno, 2002).

Desta forma, a origem e a forma de utilização da energia nos agroecossistemas apresentam-se de maneiras diferenciadas, sendo, portanto, necessário classificá-las para que se possa proceder às análises energéticas.

Malassis (1973) considerou que os fluxos de energia existentes nos agroecossistemas eram três: “externos”, “internos” e “perdidos ou reciclados”; em estudo a FAO (1976), classificou os recursos energéticos em renováveis e não renováveis, além disso, a instituição assinalou, por estabelecer diferença entre recursos energéticos comerciais e não comerciais.

Já Macedônio & Picchioni (1985), por sua vez, classificaram a energia em “primária” e “secundária”, de acordo com a forma que esta se apresenta na natureza. Ulbanere (1988) classificou as energias em “diretas” e “indiretas”, para posterior confecção da matriz energética da cultura do milho no Estado de São Paulo. Comitre (1993) apresentou a composição do fluxo externo, dois tipos básicos: a energia direta e a energia indireta. A energia direta apresenta-se em três fontes: biológica, fóssil e elétrica, enquanto a fonte industrial é representada pela energia indireta. A classificação apresentada tem sido bastante utilizada, porém com algumas variações, conforme diversos autores (Deleage et al., 1979; Zucchetto e Jansson, 1979; Pellizzi, 1992; Cleveland, 1995; Siqueira, 1999; Campos et al., 2000; Bueno, 2002; Romero, 2005).

Comitre (1993) expôs a importância da análise e do balanço energético para fornecer parâmetros com a finalidade de mensurar, interpretar e subsidiar a tomada de decisões no direcionamento das políticas tecnológicas.

O método do fluxo de energia, segundo Schroll (1994), é uma forma de quantificar partes essenciais do desenvolvimento de sistemas agrícolas. A relação entre saídas/entradas de energia é proposta como um modo mais inclusivo de se avaliar a sustentabilidade de um sistema agropecuário.

Bueno (2002), em análise energética da cultura do milho em assentamento rural, utilizou dois índices para expressar seus resultados: eficiência cultural e energia cultural líquida.

Avançando em relação à questão da sustentabilidade dos agroecossistemas, Risoud (1999), utilizou índices que captam o uso de energias renováveis, denominados balanço e eficiência energética, apresentados pelas equações 1 e 2, respectivamente:

$$\text{Balanço energético} = \sum (\text{somatório}) \text{ energias brutas dos produtos} - \sum (\text{somatório}) \text{ das} \\ \text{“entradas” de energias não renováveis} \quad (1)$$

$$\text{Eficiência energética} = \sum (\text{somatório}) \text{ energias brutas dos produtos} / \sum (\text{somatório}) \text{ das} \\ \text{“entradas” de energias não renováveis} \quad (2)$$

Entretanto, estudos acerca dessa cultura ainda são bastante escassos em nível internacional e nacional, tanto no que diz respeito às questões agrônômicas quanto energéticas, sendo, portanto, necessário tais estudos para que esta se afirme como cultura energética e para que se avancem nas questões técnicas produtivas, bem como no uso da energia e de sustentabilidade desta. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi de analisar os gastos das diferentes fontes energéticas (renováveis e não renováveis) do agroecossistema do pinhão-manso em sistema irrigado por gotejamento, de forma a avaliar sua sustentabilidade no longo prazo em função do balanço energético e do uso de fontes não-renováveis.

4 MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho, analisou-se o agroecossistema do pinhão-manso em sistema irrigado por gotejamento. Devido à escassez de plantios comerciais em produção, optou-se por um estudo de caso.

O plantio estudado foi em uma das áreas da empresa NNE Minas Agro-Florestal Ltda. produtora de material propagativo da cultura do pinhão-manso, ou seja, sementes de frutos frescos (maduros), localizada na zona rural do município de Janaúba-MG. Este é um dos plantios comerciais do país em produção e também um dos mais antigos. Embora a produção de frutos não esteja ainda estabilizada, aumenta gradativamente, produzindo a partir do primeiro ano e atingindo seu ápice produtivo e estabilização da produção somente por volta do quinto ano de plantio, já que se trata de uma cultura perene. Embora a produção não seja destinada para biodiesel, os sistemas de cultivo utilizados para a região estudada são semelhantes. Caso a finalidade fosse a produção de frutos para óleo combustível, a diferença basicamente seria o ponto de colheita: para semente, o fruto deve estar fresco (maduro) e para biodiesel, seco, sendo que o ponto de colheita ocorre nessa mesma ordem.

Para o estudo, foram utilizados dados oriundos de fontes primárias (coletados em campo através de relatos orais) e secundárias (dados oriundos de bibliografia da área). As informações referentes à sua produção foram obtidas através de relato oral fornecida pela empresa.

Foi considerada para este estudo a metodologia adotada Comitre (1993), Bueno (2002) e Romero (2005), como referência para análise, os índices de balanço energético e eficiência energética (Equações 1 e 2), e complementarmente, a eficiência cultural. As fontes fósseis foram consideradas como energias não-renováveis.

4.1. Análise energética

4.1.1. Indicadores de eficiência energética

A safra estudada refere-se ao ano agrícola de 2004/2005, primeiro ano de produção da cultura, portanto, ainda não em plena produção, já que se trata de uma cultura perene. Dez operações foram apontadas neste sistema: limpeza manual do terreno (através da derrubada de bananeiras e roçada de rebrotas), gradagem mecânica, roçada mecânica (apenas para o preparo de solo), formação manual de mudas, coveamento e plantio manuais, aplicação manual de inseticida, aplicação manual de fungicida, capina manual, irrigação por gotejamento e colheita manual. Para cada operação foi identificado e especificado o tempo de operação por etapa e por unidade de área (hectare), o tipo e a quantidade de máquinas e implementos utilizados, os insumos empregados e a mão-de-obra envolvida, quantificando-a e determinando, individualmente, a massa, altura, idade e gênero dos trabalhadores, para em

seguida, proceder-se à conversão das diversas unidades físicas encontradas em unidades energéticas.

Para a apresentação final dos dados, foi utilizada a unidade de megajoules (MJ), com aproximação em duas casas decimais.

4.1.1.1. Mão-de-obra

Com relação ao cálculo da energia investida pelos trabalhadores rurais nas diferentes operações do itinerário técnico, seguiu-se a metodologia proposta por Carvalho et al. (1974), descritas em Bueno (2002) e utilizadas por Romero (2005), onde para cada operação agrícola, de acordo com o gênero, a idade, o peso e a altura, existe um gasto diferente de energia. As adaptações necessárias entre as atividades e os períodos de energia dispêndida no trabalho original com as adaptações comparativas realizadas pelos trabalhadores rurais no agroecossistema de pinhão-manso estudado, preservando, dentro do possível, dados da literatura, também são descritas pelo autor.

Segundo a metodologia de Carvalho et al. (1974), a necessidade calórica final diária é o somatório da divisão em três períodos, ou frações, segundo o modo de ocupação em número de horas: tempo de sono, tempo de trabalho e tempo de ocupações não profissionais (refeições, higiene, deslocamentos, distrações, etc.). Continuando, Carvalho et al calcularam, então, a fração X/6 do GER, mantendo-se inalteráveis as frações correspondentes ao tempo de sono (2/6 do GER 24 h) e ocupações não profissionais (3/6 do GER 24 h).

Desta forma, procedeu-se à determinação do GER (Gasto Energético no Repouso, equações 3 e 4) de cada trabalhador. As equações determinam o gasto energético no repouso em kcal, e o dispêndio calórico final diário é apresentado em MJ.

Para o gênero masculino

$$\text{GER} = 66,5 + 13,75 P + 5,0 A - 6,78 I \quad (3)$$

Para o gênero feminino

$$\text{GER} = 665 + 9,56 P + 1,85 A - 4,68 I \quad (4)$$

Sendo:

P = “peso” ou massa, em Kg;

A = altura, em cm; e

I = idade; em anos completos.

4.1.1.2. Sementes

No presente trabalho, devido à ausência de dados específicos sob condições de produção nacional de sementes de pinhão-manso, utilizou-se o valor energético médio apresentado por Augustus et al. (2002).

Este trabalho foi realizado na Índia, em cultivos experimentais em Courtallum e Srivilliputhur R. F., oeste de Ghats, Tamil Nadu, na fazenda experimental do Departamento de Botânica.

As áreas experimentais possuíam no mínimo de 25 a 35 populações com 20 a 30 plantas por população, com as mesmas características agroclimáticas, cultivadas com o espaçamento de 3 x 3 m², com espaçamento entre plantas de 1m. Não foram utilizados quaisquer tratamentos químicos nos plantios em questão.

As sementes foram retiradas de frutos maduros manualmente. Utilizaram-se triplicatas de cada amostra, sendo que o peso fresco das mesmas foi de 2000 a 2500g; em seguida,

procedeu-se à secagem das triplicatas através de equipamento tipo *air dry*. Cada triplicata foi submetida à análise calorimétrica em bomba calorimétrica, marca Toshniwal, modelo cc. 0.1. Segundo as análises, foram obtidos os valores de 20, 85 MJ. kg⁻¹ para sementes de pinhão-manso.

4.1.1.3. Combustível, óleo lubrificante e graxa

Considerou-se como poder calórico do óleo diesel o valor de 9.763,87 kcal. L⁻¹, óleos lubrificantes de 9.016,92 kcal. L⁻¹(Brasil, 2004) e graxa de 10.361,52 kcal. L⁻¹(Brasil, 2000) para o cálculo de uso de fontes fósseis.

4.1.1.4. Máquinas e implementos

A equação determinante e os coeficientes calóricos para o cálculo da depreciação energética das máquinas e implementos foram os mesmos adotados por Comitre (1993), Bueno (2002) e Romero (2005) em função de que a mesma independe do tipo de cultura onde as máquinas e implementos foram utilizados. Dessa forma, a equação da depreciação energética utilizada foi:

$$\text{Depreciação energética} = (a + b + c + d) \cdot \text{vida útil}^{-1} \quad (5)$$

Onde,

a = peso das máquinas e implementos . coeficientes energéticos correspondentes às máquinas e implementos segundo o tipo de cultivo (primário, 2.061 Mcal/t⁻¹ para aqueles utilizados em todas as operações até o plantio ou semeadura e secundário, 1.995 Mcal/t⁻¹ para as demais operações pós plantio ou semeadura).

b = 5% de "a"

c = número de pneus . peso . coeficientes energéticos de referência

d = 12% de (*a* + *b* + *c*)

vida útil = em horas

Nas operações motomecanizadas que compõem o itinerário técnico, foi utilizado o trator de marca Massey Ferguson, modelo 275 com potência de 75 CV, ano 1999.

4.1.1.5. Irrigação

Neste estudo, para o balanço e eficiência energética requerida por sistemas de irrigação por gotejamento, foram utilizados os valores médios apresentados por Batty & Keller (1980) num total de 4.159 MJ . ha⁻¹ . ano, devido ao sistema não ser sub-superficial, portanto, não leva em conta 56 MJ . ha⁻¹, valor correspondente à abertura de sulcos.

4.1.1.6. Agrotóxicos: inseticidas e fungicidas

Em função da escassez de dados específicos, foram adotados os valores médios apontados por Pimentel (1980).

Os coeficientes energéticos utilizados foram de 73.300 kcal. kg⁻¹ para inseticidas. Neste coeficiente, estão embutidos a produção, formulação, embalagem e o transporte.

Como fungicida, utilizou-se leite cru (leite de vaca sem qualquer tipo de processamento), que segundo o conhecimento empírico de diversas comunidades rurais é conhecido como defensivo natural, sendo que para tanto o valor adotado foi o apresentado por Refsgaard et al. (1998) de 3,34 MJ . kg⁻¹.

4.1.1.7. Energia bruta dos produtos

Consideram-se como energia bruta dos produtos as saídas energéticas, resultantes da multiplicação da produção física obtida pelos rendimentos calóricos.

No caso do agroecossistema estudado, apesar da multifinalidade desta, sua destinação é de produção de sementes para fins propagativos, ou seja, os produtos finais são os frutos frescos. Não foram analisadas as operações de processamento envolvidas para a obtenção de sementes

Openshaw (2000), em estudo sobre os diversos e potenciais produtos oriundos do pinhão-manso, determinou que o valor energético do fruto inteiro (com casca) é de 21,2 MJ. kg⁻¹, contendo 8% de umidade; no caso do fruto fresco, com 43% de umidade, o valor é de 12,8 MJ. kg⁻¹.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando atingir o objetivo proposto é apresentada, na Tabela 1, a matriz energética do agroecossistema do pinhão-manso em sistema irrigado por gotejamento (ano agrícola de 2004/2005).

Tabela 1. Estrutura de dispêndios, por tipo, fonte e forma e energia bruta da fase agrícola do agroecossistema pinhão-manso em sistema irrigado cultivado em Janaúba/MG, safra 2004/2005.

TIPO , fonte e forma	Entradas culturais			
	IRRIGADO			
	(MJ total)	(MJ por tipo)	(% por tipo)	(% total)
<u>ENERGIA DIRETA</u>		<u>1.381,46</u>		<u>(14,80)</u>
Biológica	172,72		12,50	(1,85)
Mão-de-obra	158,96		11,51	1,70
Sementes	10,42		0,75	0,12
Fungicida	3,34		0,24	0,03
Fóssil	1.208,74		87,50	(12,96)
Óleo diesel	1.195,72		86,56	12,82
Lubrificante	5,66		0,41	0,06
Graxa	7,36		0,53	0,08
<u>ENERGIA INDIRETA</u>		<u>7.954,23</u>		<u>(85,20)</u>
Industrial	7.945,23		100,00	(85,19)
Máquinas e Implementos	2.666,34		33,56	28,59
Sistema de irrigação por gotejamento	4.159,00		52,35	44,59
Inseticidas	1.119,89		14,09	12,01
TOTAL		9.326,69		100,00*
ENERGIA BRUTA DO PRODUTO		3.350,40		
BALANÇO ENERGÉTICO		2.141,66		
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA		2,77		
EFICIÊNCIA CULTURAL		0,36		

* Sem os dados entre parênteses, referentes aos % de tipos e fontes.

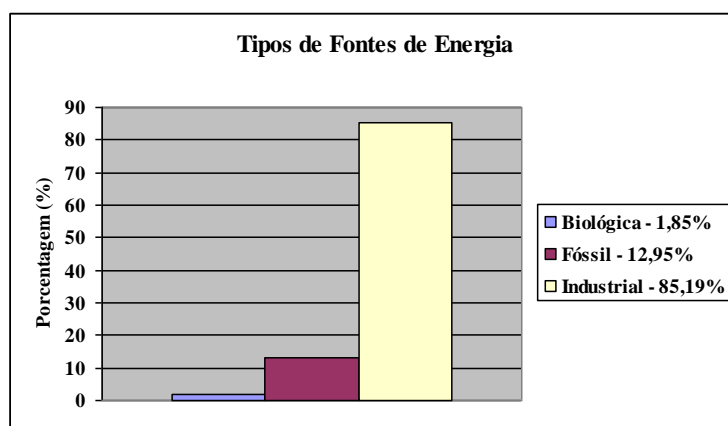
Fonte: Dados de pesquisa em campo, (2006).

Neste sistema, obteve-se uma produção física média de sementes de 423,72 kg, produtividade média de sementes de 261,75 kg . ha⁻¹ e uma energia bruta do produto igual a 3.350,40 MJ . ha⁻¹ (calculada através da multiplicação da produtividade pelo valor energético do fruto fersco, com 43% de umidade), com participação de 14,80% e 85,20% das energias direta e indireta, respectivamente.

Este pequeno valor de produções e produtividades apresentado por este cultivo deve-se a ser o primeiro ano de colheita, sendo que a cultura irá ter sua produção e produtividade estabilizada somente por volta do quinto ano de cultivo.

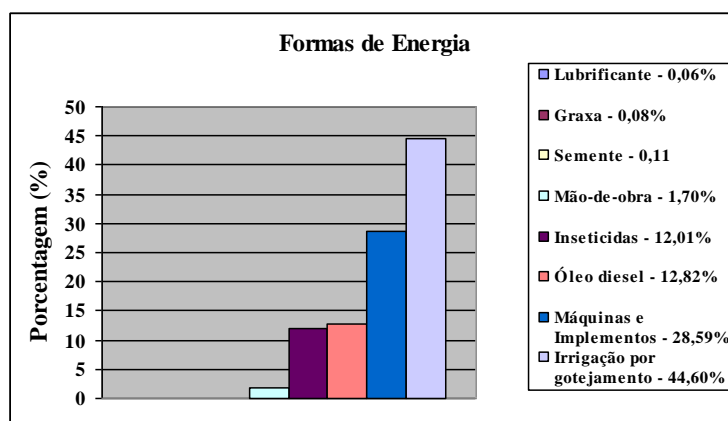
O agroecossistema estudado dependeu fundamentalmente de fonte de energia industrial, particularmente do sistema de irrigação por gotejamento (44,59%), máquinas e implementos (28,59%), e de fontes fósseis (12,96%)

Decompondo-se a fonte industrial no sistema irrigado, observa-se que o sistema de irrigação por gotejamento resultou numa participação de 44,59%, enquanto as máquinas e implementos obtiveram 28,59%; com relação à fonte fóssil, o óleo diesel foi responsável por 12,82% e os inseticidas por 12,01% (Figura 2).



Fonte: Dados de pesquisa em campo, (2006).

Figura 1. Participação por hectare, das diversas fontes de energia no agroecossistema pinhão-mansão, sistema irrigado, Janaúba/MG, ano agrícola 2004/2005.



Fonte: Dados de pesquisa em campo, (2006).

Figura 2. Participação por hectare das diversas formas de energia no agroecossistema pinhão-mansão, sistema irrigado, Janaúba/MG, ano agrícola 2004/2005.

Em análise detalhada das fontes de energia, esta demonstra que o itinerário técnico utilizado privilegiou a energia do tipo direta com o uso de mecanização e do sistema de

irrigação por gotejamento e, como decorrência, a fonte fóssil de energia direta, principalmente o óleo diesel. Em função da utilização de mecanização de algumas atividades e de irrigação, a fonte biológica foi pouco expressiva, observando-se pouca representatividade da força de trabalho humana.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se, através destes resultados, que este agroecossistema estudado torna-se insustentável em longo prazo. O uso de fontes não-renováveis em sua produção em quantidades superiores à energia produzida, torna-se incoerente.

O itinerário técnico utilizado no sistema estudado privilegiou a energia do tipo indireta, sendo a fonte industrial o fator determinante na matriz energética do agroecossistema. Houve uma marcante dependência de conjunturas externas e de fontes de energia não-renováveis, através, principalmente, da fonte de energia industrial e também pela energia fóssil sob a forma de óleo diesel.

É necessário o desenvolvimento de estudos que mensurem nos processos de fabricação de máquinas, implementos, sistemas de irrigação e agrotóxicos, como os inseticidas, os componentes de origem fóssil para que, desta forma a categorização das energias venham a ter maior abrangência e rigor.

Estudos deste gênero refletem a necessidade de busca de alternativas produtivas sustentáveis do ponto de vista energético.

7 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, FEPAF, FCA-UNESP e à NNE Minas Agro-Florestal Ltda.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE. Agricultural machinery management data. St Joseph, Michigan, 1997. p. 364-370
- AUGUSTUS, G. D. P. S. et al. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass & Bioenergy**, Silver Spring, MD, USA, n. 23, p. 161-164, 2002.
- BATTY, J. C.; KELLER, J. Energy requirements for irrigation. In: PIMENTEL, D. **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Florida: CRC, 1980a, p. 35-44.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balço energético nacional**. Brasília – DF, 2000. 154 p.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balço energético nacional**. Brasília – DF, 2004. 168 p.
- BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/ SP**, 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CAMPOS, A. T. et al. Balanço energético na produção de silagem de milho em cultivos de verão e inverno com irrigação. In: AVANCES EN INGENIERÍA AGRÍCOLA, I, 2000, Buenos Aires, **Anais...** Buenos Aires, : Editorial Facultad de Agronomía, 2000. p. 483-488

CARVALHO, A; GONÇALVES, G. G.; RIBEIRO, J. J. C. **Necessidades energéticas de trabalhadores rurais e agricultores na sub-região vitícola de Torres.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1974.

CLEVELAND, C. J. The direct and indirect use of fossil fuels and electricity in USA agriculture, 1910-1990. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 55, n. 2, p. 111-121, 1995.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto – SP.** 1993. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Planejamento Agropecuário)–Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

DELEAGE, J. P et al. Eco-energetics analysis of an agricultural system: the French case in 1970. **Agroecosystems**, Amsterdam, v. 5, p. 345-365, 1979.

FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación.** Roma, 1976. 158 p.

MACEDÔNIO, A. C.; PICCHIONI, S. A. **Metodologia para cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária.** Curitiba: DERAL/SEAB, 1985. 95 p.

MALASSIS, L. **Économie agro-alimentaire 1: économie de la consommation et de la production agro-alimentaire.** Paris: Cujas, 1973. 437 p.

OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass & Bioenergy**, Silver Spring, MD, USA, n. 19, p. 1-15, 2000.

PELLIZZI, G. Use of energy and labour in Italian agriculture. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Silsoe, v. 52, n. 2, p. 111-119, 1992.

PIMENTEL, D. Energy inputs for the production formulation, packaging and transport of varios pesticides. In: **Handbook of energy utilization in agriculture.** Boca Raton, Florida: CRC, 1980. p. 45-48

REFSGAARD, K. et al. Energy utilization in crop and dairy production in organic and conventional livestock production systems. **Agricultural Systems**, Great Britain, v. 57, n. 4, p. 599-630, 1998.

RISOUD, B. Développement durable ey analyse énergétique d'exploitations agricoles. **Économie Rurale**, n. 252, p. 16-27, juil/août, 1999.

ROMERO, M. G. C. **Análise energética e econômica da cultura de algodão em sistemas agrícolas familiares.** 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Energia na

Agricultura)-Faculdade de Ciência Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

SCHROLL, H. Energy-flow and ecological sustentability in danish agriculture. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 51, n. 3, p. 301-310, 1994.

SIQUEIRA, R. **Sistemas de preparo em diferentes tipos de coberturas vegetais do solo**. 1999. 191 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

ULBANERE, R. C. **Análise dos balanços energéticos e econômicos relativa à produção e perdas de grãos de milho no Estado de São Paulo**. 1988. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura)–Faculdade de ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

ZUCCHETTO, J.; JANSSON, A. M. Total energy analysis of Gotland's agriculture: a northern temperature zone case study. **Agroecosystems**, Amsterdam, v. 5, p. 329-344, 1979.