



# CUSTO ENERGÉTICO DA PRODUÇÃO DO MARACUJÁ AMARELO NA REGIÃO DE MARÍLIA-SP<sup>1</sup>

Fernanda de Paiva Badiz Furlaneto<sup>2</sup>, Maura Seiko Tsutsui Esperancini<sup>3</sup>, Osmar de Carvalho Bueno<sup>4</sup>, Adriana Novais Martins<sup>5</sup> e Anelisa de Aquino Vidal<sup>6</sup>

**RESUMO:** O estudo teve como objetivo avaliar energeticamente o principal sistema de produção do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) na região de Marília-SP. Foram analisadas as “entradas” de energia de origem biológica, fóssil e industrial e a “saída” energética na forma de frutos produzidos por unidade de área, bem como cinco indicadores energéticos. Os índices fitotécnicos considerados foram: plantio no mês de fevereiro (muda em tubete), ciclo de produção: 18 meses, produtividade: 20 t/ha. A entrada energética totalizou 173.707,86 MJ/ha. Os itens mais representativos corresponderam à energia indireta industrial (38%) e biológica (34%). Os adubos químicos e defensivos responderam por 65% e 31% da energia indireta industrial, respectivamente. A atividade gerou, por ciclo/ha, 391.800,00 MJ, sendo a produtividade cultural 0,12 MJ/kg. A eficiência cultural foi de 2,26. A energia cultural líquida totalizou 218.092,15 MJ/ha. O balanço energético foi positivo (126.050,23 MJ/ha). A eficiência energética mostrou-se favorável, apresentando um valor 3,64. Notou-se que o consumo de energia direta de origem fóssil, mesmo que significativo no sistema avaliado, ainda permite a produção do fruto de maneira ambientalmente sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Passiflora edulis* Sims, maracujazeiro amarelo, balanço energético.

## ENERGY COST OF THE YELLOW PASSION FRUIT PRODUCTION IN THE REGION OF MARÍLIA-SP

**ABSTRACT:** The study evaluated the energy balance of the yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) production system in the region of Marília-SP. There were analyzed the "inputs" of energy originated from biological, fossil, and industrial sources, and the "output" of energy in the form of fruits produced per unit area, as well as five energy indicators. The phytotechnical indices considered were: planting in February (seedling in tubes), production cycle: 18 months, and yield: 20 t/ha. The input energy totaled 173,707.86 MJ/ha. The most representative items corresponded to industrial indirect energy (38%) and to biological (34%). Chemical fertilizers and pesticides accounted for 65% and 31% of indirect energy industry, respectively. The activity generated 391,800.00 MJ per cycle/ha, and the culture productivity, 0.12 MJ/kg. The efficiency of the culture was 2.26. The net cultural energy totaled 218,092.15 MJ/ha. The energy balance was positive (126,050.23 MJ/ha). Energy efficiency was favorable, with a value of 3.64. The direct power consumption of fossil origin is significant in the system evaluated, but it still allows the production of the yellow passion fruit in an environmentally sustainable way.

**KEYWORDS:** *Passiflora edulis* Sims, yellow passion fruits, energy balance.

## 1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é cultivado, geralmente, em propriedades com até cinco hectares devido às necessidades dos tratos culturais e exigência de mão de obra, notadamente nas fases de plantio, florada (polinização) e colheita. O ciclo vegetativo do maracujá varia de acordo com o local da produção podendo ser de 12 meses no Estado do Pará e São Paulo e 10 meses na Bahia (ARAÚJO et al., 2005).

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado da primeira autora intitulada “Análise econômica e energética de sistemas de produção do maracujá amarelo na região de Marília-SP”.

<sup>2</sup>, <sup>5</sup> e <sup>6</sup> Pesquisadoras Científicas da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA/DDD), Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Marília, R. Andrade Neves, nº 81, Bairro Cascata, Marília/SP, Brasil, CEP: 17.515-400. fernandafurlaneto@apta.sp.gov.br; adrianamartins@apta.sp.gov.br; vidal@apta.sp.gov.br

<sup>3</sup> Orientadora e Docente do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu/SP, Brasil, Caixa Postal 237, CEP 18.603-970. maura@fca.unesp.br ; <sup>4</sup> Co-orientador e Docente do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial. E-mail: osmar@fca.unesp.br

A intensificação de pesquisas na região de Marília, voltadas para o cultivo de maracujazeiros, teve início em 1989 com a criação do Fundo Passiflora (financiamento privado para a pesquisa) por meio da Associação das Indústrias Processadoras de Frutos Tropicais (ASTN). Essa iniciativa ocorreu em função dos resultados obtidos pelo "Projeto de Apoio a Competitividade Global da Cultura do Maracujazeiro da Região de Vera Cruz/SP", implantado pela parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), fruticultores da região de Vera Cruz e órgãos estaduais de extensão e pesquisa (FURLANETO, 2012). Atualmente, os estudos buscam avaliar o desenvolvimento de novas tecnologias voltadas a maximização da produção e qualidade dos frutos, com redução dos custos econômicos e energéticos.

A crise energética afeta diretamente a agricultura brasileira, principalmente em relação ao futuro da atividade como produtora de alimentos e fonte alternativa de energia. Gliessman (2005) enfatiza que a sustentabilidade dos agroecossistemas decorre da convergência entre ações que envolvem aspectos econômicos, ambientais e sociais. Sendo assim, se faz necessário avaliar energeticamente os atuais sistemas produtivos para análise da viabilidade ao longo do tempo.

Casado et al. (2000) destacaram, ainda, que nas últimas décadas, a modernização da agricultura aloca quantidades cada vez maiores de energia nos sistemas produtivos com o objetivo de aumentar os rendimentos econômicos. Todavia, grande parte do aporte de energia adicional provém, direta ou indiretamente, de fontes não renováveis, principalmente dos combustíveis fósseis, de alto custo energético, ocasionando aumento acentuado do dispêndio energético no sistema de produção.

Para Bueno (2002) a análise energética pode ser vista como um processo de avaliação das entradas e saídas de energia dos agroecossistemas para posteriores e concomitantes interações com análises em outros campos do conhecimento.

Nesse sentido, optou-se por avaliar o custo e indicadores energéticos da produção do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) na região de Marília-SP, plantio convencional (muda de tubete), por ser a fruticultura, atualmente, um dos segmentos mais importantes da agricultura brasileira, respondendo por 25% do valor da produção agrícola nacional, e a região Sudeste um dos maiores produtores de maracujá, com uma produção estimada em 202 mil toneladas por ano (MARACUJÁ, 2011).

O trabalho tem como objetivo fornecer dados energéticos inéditos e específicos deste agroecossistema. Pretende-se com essas informações direcionar o planejamento de ações e agilizar a tomada de decisões

dos produtores rurais e demais segmentos do agronegócio regional, além de servir de referência tecnológica aos fruticultores e instituições rurais de outras regiões do país.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados os municípios situados na área de abrangência do Escritório de Desenvolvimento Rural de Marília (EDR), sendo eles: Álvaro de Carvalho, Alvinlândia, Fernão, Gália, Garça, Lupércio, Marília, Ocaçu, Oriente, Oscar Bressane, Pompéia, Quintana e Vera Cruz. O levantamento de campo foi realizado no período de janeiro de 2011 a janeiro de 2012. Os preços dos materiais, da mão de obra e dos serviços empregados basearam-se nos valores vigentes na cidade de Marília, referente ao mês janeiro de 2012.

A região de Marília é um importante pólo estadual de produção do fruto e situa-se na região Centro Oeste Paulista. Caracteriza-se por apresentar 69% das unidades de produção agrícola (UPA) com áreas de até 50 hectares. O clima, segundo a Carta Climática do Estado de São Paulo, baseada no sistema de Köppen, é do tipo Cwa, com verão quente e inverno seco, a temperatura média do mês mais quente superior a 23°C e a do mês mais frio entre -3°C e 18°C. A precipitação pluviométrica média anual é 1.129 mm, com deficiência hídrica anual da ordem de 50 a 80 mm. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto, textura arenosa/média, característico da forma de relevo suave ondulado a ondulado na região, com declives da ordem de 3 a 15 cm/m (BERTOLANI et al., 2000).

A escolha dos municípios para a coleta dos dados energéticos seguiu a metodologia descrita por Wunsch (1995) e Castro e Pereira (2000). Esses autores afirmam que a escolha territorial da área de abrangência de uma pesquisa deve levar em consideração a proposta do trabalho (problema específico) de maneira a fornecer aos executores um quadro regional útil para orientar as ações de desenvolvimento, proceder análises de grupo e definir o domínio de validade das inovações técnico-científicas.

A caracterização do principal sistema produtivo e a matriz de coeficientes técnicos de produção do maracujá na região de Marília foram elaboradas com base em informações coletadas por meio da aplicação de questionários junto a fruticultores situados nos municípios de Fernão, Garça e Gália, municípios estes com maior número de pomares de maracujá na área de atuação do EDR de Marília.

Foram selecionadas 12 propriedades para realização da análise econômica e energética do cultivo de maracujazeiros na região de Marília, SP. A escolha das propriedades considerou o sistema de implantação e condução da lavoura (tecnologia representativa regionalmente, ou seja, produtores líderes), localização

das propriedades (quatro por município), ciclo produtivo (18 meses) e destino da produção (comercial). As áreas escolhidas foram indicadas por técnicos locais que atuam na Casa da Agricultura.

Identificaram-se 12 operações referentes aos tratamentos culturais, sendo elas: 1) tutoramento (instalação de estacas de bambu para direcionamento das plantas); 2) desbrota e condução do ramo primário até que a planta atinja o arame; 3) condução dos ramos secundários, que consiste em enrolá-los no arame e amarrá-los no fio da espaldeira; 4) capina na linha de plantio (manual e química); 5) a capina na rua (mecânica); 6) adubação de cobertura (formação); 7) adubação de cobertura (produção); 8) adubação foliar, 9) controle das formigas; 10) pulverização costal (fungicida, inseticida, bactericida e herbicida); 11) pulverização mecânica (fungicida, inseticida, bactericida e herbicida) e 12) polinização (Tabela 8).

Notou-se, ainda, que a poda de formação (desponte), que consiste na retirada manual da gema apical das plantas, quando atingem o arame e o penteamento dos ramos terciários, que corresponde à retirada das gavinhas, não são praticados na região a fim de reduzir a entrada de patógenos no pomar. No momento do desponte ocorre apenas o direcionamento dos ramos secundários no fio da espaldeira.

Os maquinários e implementos mais utilizados na instalação e condução da lavoura compreendem: trator (75 cv), roçadeira, pulverizador costal, carreta (4.000 kg), sulcador, atomizador (400 L) e tanque (4.000 L).

Observou-se no ciclo anual de florescimento do maracujazeiro cerca de oito “picos” de florada, dos quais 60% dos picos produzem safras grandes e 40% safras pequenas.

A colheita do maracujá é feita duas a quatro vezes por semana e consiste unicamente na coleta do fruto caído no chão. Normalmente, os frutos colhidos são acondicionados diretamente na carreta do trator. Posteriormente, são selecionados, classificados e embalados nas caixas de papelão (13 kg), onde consta o número de identificação da associação e/ou produtor, bem como o nome do destinatário (box comprador - CEAGESP/ CEASA ou supermercado). A comercialização, geralmente, é realizada por terceiros. O ciclo de produção do maracujazeiro amarelo na região de Marília foi dividido em quatro fases (plantio, formação das plantas, início florescimento e produção). Identificou-se o mês de fevereiro como a principal época de plantio (Figura 1).

Os índices fitotécnicos usados no estudo, para o ano de 2012, foram: a) ciclo de produção: 18 meses; b) espaçamento: 3,5 m entre linhas x 3,0 m entre plantas; c) densidade: 952 plantas/hectare; d) altura média da muda: 10 cm (muda tubete); e) produtividade: 20 t/ha; f)

período de colheita: novembro a julho; g) tipo da mão de obra: familiar.

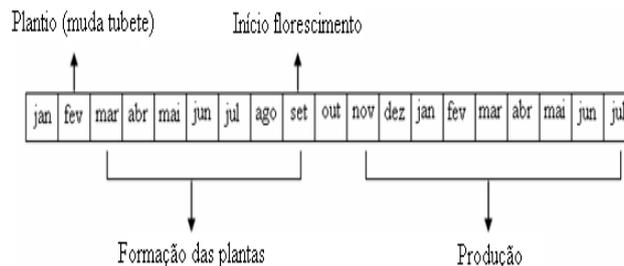


Figura 1: Ciclo de produção do maracujazeiro amarelo, região de Marília, Estado de São Paulo.

### Avaliação energética do cultivo de maracujazeiro amarelo

A análise energética do maracujazeiro amarelo seguiu a metodologia apresentada por Risoud (1999), que avalia a dependência de energia não renovável de um sistema. Foram consideradas as “entradas” de energia referentes à mão de obra (MJ/h), calcário (MJ/kg), adubo químico e orgânico (MJ/kg), muda (MJ/und.), combustível (MJ/L), óleo lubrificante (MJ/L), graxa (MJ/kg), operações de máquinas (MJ/ha) e materiais de consumo (MJ/kg) demandados durante o ciclo produtivo e a “saída” energética na forma de fruto produzido por unidade de área (MJ/ha).

Em função da escassez de dados acerca da composição fóssil e industrial contida nos agroquímicos e fertilizantes industriais optou-se, seguindo exemplos da literatura, por classificar “entradas” culturais de energia no maracujazeiro de acordo com Campos (2001) e Bueno (2002), ou seja, como do tipo energia indireta de fonte industrial.

Dessa forma, a classificação dos tipos de “inputs” energéticos e suas respectivas fontes e formas esquematiza-se da seguinte maneira: Energia Direta - biológica: mão de obra e muda, e fóssil: óleo diesel, lubrificante e graxa; Energia Indireta - biológica: adubo orgânico, e industrial: calcário, adubo químico, trator, implemento e material de consumo. A unidade adotada para o estudo energético foi o megajoule (MJ). O índice de conversão do joule (J) em caloria (cal) correspondeu a 0,24, ou seja, 1 MJ equivale a 238,84 kcal.

A determinação da energia investida pelos trabalhadores nas diversas operações que caracterizam o itinerário técnico da cultura do maracujá considerou a média do valor do GER (Gasto Energético no Repouso) apresentado por Bueno (2002) na atividade de calagem (0,7 MJ/h), em função de o dispêndio energético do

trabalho executado nesta atividade aproximar-se das realizadas pelos funcionários no cultivo de maracujá.

O índice energético do calcário correspondeu a 0,17 MJ/kg (PINTO, 2002). Para a determinação do conteúdo energético dos fertilizantes multiplicou-se a quantidade efetiva do elemento ativo pelo valor energético correspondente, sendo N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O igual a 63,79, 13,97, 9,76 MJ/kg, respectivamente (ZANINI et al., 2003). O valor utilizado para o adubo orgânico (14,70 MJ/kg) foi baseado em Santos e Lucas Junior (2004).

Os valores usados para os herbicidas (228 MJ/kg), inseticidas e acaricidas (309,94 MJ/kg), fungicidas e antibiótico (272,14 MJ/kg) e formicidas (194 MJ/kg) foram obtidos na descrição de Pimentel (1981), Campos (2001) e Oliveira Junior (2005). Os índices energéticos dos mourões de eucalipto e bambu corresponderam a 0,16 MJ/kg e 0,11 MJ/kg, respectivamente (BAUER, 2001). Os itens arame (0,63 MJ/kg), esticador (0,40 MJ/kg) e tela de proteção (0,30 MJ/kg) foram adaptados de Doering (1980).

O consumo do combustível, óleo lubrificante e graxa (energia direta de origem fóssil) seguiu os valores determinados por Pacheco (2000) e Kamphorst (2003), sendo o consumo médio correspondente a 7 litros de óleo diesel por hora de serviço; 7 litros de óleo de motor a cada 200 horas de serviço; 0,5 kg de graxa a cada 10 horas de serviço (trator) e 0,3 kg de graxa a cada 10 horas de serviço (implemento). O índice energético utilizado refere-se a 40,8 MJ/L para o óleo diesel, 37,7 MJ/L para o óleo lubrificante e 43,3 MJ/kg para a graxa (BRASIL, 2012).

A demanda específica de energia (DEE) das máquinas e implementos foi baseada nos dados apresentados por Assenheimer et al. (2009), adaptados de Doering (1980), sendo eles: trator 2,51 MJ/h, roçadeira 0,19 MJ/h, pulverizador de barras 0,46 MJ/h, carreta 0,75 MJ/h, sulcador 0,22 MJ/h, atomizador 0,34 MJ/h, tanque 0,68 MJ/h.

O valor energético da muda de maracujá e a “saída” de energia do pomar, que representa a energia do fruto produzido por unidade de área, foram calculados por meio de análises laboratoriais efetuadas na UNESP, Campus de Botucatu, no Laboratório de Física Aplicada do Departamento de Física e Biofísica do Instituto de Biociência.

Para tanto, foram coletadas quatro amostras de muda convencional (tubete) e cinco frutos em cada propriedade analisada. O peso médio das mudas e dos frutos “in natura” foram: 3,42 g (muda convencional) e 204,11 g (fruto).

Após a coleta de campo, realizou-se o preparo das amostras que foram encaminhadas para avaliação na

bomba calorimétrica (SILVA, 1981). As etapas para o preparo compreenderam duas fases: 1) moagem do material “in natura” e 2) desidratação de 100g de cada amostra em estufa com circulação e renovação de ar contínua a temperatura de 65°C durante 72 horas.

Identificou-se o valor energético médio de 0,07 MJ/muda convencional e 3,99 MJ/fruto, ou seja, 19,59 MJ/kg fruto. Portanto, o poder calorífico médio das mudas, por hectare, correspondeu a 1.050 MJ. A “saída” energética foi equivalente a 391.800 MJ/ha.

Os indicadores energéticos avaliados, sendo eles balanço energético, eficiência energética, produtividade cultural, eficiência cultural e energia cultural líquida, foram representados da seguinte maneira:

a) Produtividade cultural (PrC) = quantidade de produto / “entradas” culturais

onde: quantidade de produto = produtividade por unidade de área (kg/ha)

“entradas” culturais = energia da mão de obra, insumos e operações de máquinas por unidade de área (MJ/ha)

b) Eficiência cultural (EfC) = “saídas” úteis / “entradas” culturais

onde: “saídas” úteis = energia produzida pelo fruto por unidade de área (MJ/ha).

c) Energia cultural líquida (EfCL) = “saídas” úteis - “entradas” culturais

d) Balanço energético (BE) =  $\Sigma$  energias totais -  $\Sigma$  “entradas” de energia não renováveis

onde: energias totais = “entradas culturais”

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de mão de obra, insumos, operações de máquinas e implementos do cultivo do maracujazeiro amarelo, plantio convencional, muda de tubete, em MJ/hectare, de acordo com o tipo, fonte e forma encontram-se descritos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Quantidade de mão de obra, insumos, operações de máquinas e implementos do cultivo do maracujazeiro amarelo, plantio convencional, muda de tubete, em MJ/hectare, de acordo com o tipo, fonte e forma, região de Marília, Estado de São Paulo, 2012.

Tipo, fonte e forma	Unid.	"Entradas" culturais Plantio convencional (muda tubete)
<b>ENERGIA DIRETA</b>		
<u>Biológica</u>		
Mão de obra	horas	1.245,00
Mudas	un.	1.050,00
Eucalipto	un.	150,00
Bambu	un.	300,00
<u>Fóssil</u>		
Oleo diesel	L	1.106,00
Lubrificante	L	5,53
Graxa	kg	53,68
<b>ENERGIA INDIRETA</b>		
<u>Biológica</u>		
<b>Adubo orgânico</b>		
Esterco curral	kg	4.000,00
<u>Industrial</u>		
Calcário	kg	2.000,00
<b>Adubo químico</b>		
Fósforo (Yorin)	kg	250,00
Nitrato de amônio	kg	1.600,00
Cloreto de potássio	kg	1.700,00
Ácido bórico	kg	1,20
Sulfato de zinco	kg	3,60
<b>Defensivos</b>		
Fungicida 1	kg	74,00
Fungicida 2	kg	55,00
Inseticida 1	L	3,70
Acaricida 1	L	3,70
Antibiótico 1	L	1,50
Glifosato (herbicida)	L	10,00
Mirex (formicida)	kg	3,00
<b>Máquinas e implem.</b>		
Trator	horas	158,00
Roçadeira	horas	32,00
Pulverizador barras	horas	2,00
Carreta	horas	38,00
Sulcador	horas	4,00
Atomizador	horas	76,00
Tanque	horas	6,00
<b>Mat. consumo em geral</b>		
Arame	m	3.000,00
Esticador	un.	60,00
Tela de proteção	m.	400,00

A entrada energética, de acordo com o tipo, fonte e forma, totalizou 173.707,86 MJ/ha. Os itens mais representativos corresponderam à energia indireta industrial (38%) e biológica (34%). Os adubos químicos e defensivos responderam por 65% e 31% da energia indireta industrial, respectivamente. Esses valores indicaram que a sustentabilidade da atividade está

diretamente ligada com o manejo nutricional e fitossanitário da cultura (Tabela 2).

Os valores apresentados neste trabalho são superiores aos encontrados por Salla et al. (2009) no cultivo da cana-de-açúcar (14.370,9 MJ/ha). No entanto, esses autores, também, identificaram que os gastos energéticos mais representativos foram com insumos (50%), que juntamente com a condução da lavoura (14%) e a colheita (13%), somaram 77% do consumo energético total. Oliveira et al. (2007) descreveram que o custo energético total da produção agrícola do milho safrinha correspondeu a 12.982,71 MJ/ha na alta tecnologia e 8.414,69 MJ/ha na baixa tecnologia, sendo que o item mais oneroso foi o de "insumos" (76%). As operações que mais apresentaram custos energéticos na cultura do milho safrinha foram as que demandaram mais horas de serviço (capina, semeadura/adubação e pulverização) e utilizaram grandes quantidades de recursos não-renováveis (defensivos e fertilizantes). No sistema de média tecnologia, a adubação de cobertura não foi realizada e os fungicidas usados no tratamento de sementes, por serem menos energéticos, reduziram o consumo de energia durante o processo produtivo. Os valores energéticos dos nutrientes foram altos em decorrência da presença de nitrogênio na sua formulação. O óleo diesel representou, respectivamente, 20% e 30% do custo energético no sistema de alta e média tecnologia, indicando a necessidade de utilização de fontes energéticas alternativas para a minimização dos gastos energéticos.

Na cultura da soja o consumo energético para a produção de um hectare foi de 12.254,44 MJ (cultivo orgânico) e 16.723,43 MJ (cultivo convencional). O maior dispêndio de energia foi decorrente do fertilizante (cultivo orgânico), com 5.408,63 MJ/ha, ou seja, 44% do total de energia consumida. No cultivo convencional, o herbicida respondeu por 8.837,73 MJ/ha, representando 53% da energia consumida. O componente biológico (mão de obra) participou com apenas 3% e 1% do total de energia inserida no cultivo orgânico e convencional, respectivamente (ASSENHEIMER et al., 2009).

Destaca-se que no cultivo de maracujazeiros o alto consumo energético advém do período do ciclo produtivo (18 meses) e manejo intensivo do pomar, como por exemplo, as pulverizações de defensivos semanais que sobrecarregam o sistema quantitativamente e qualitativamente em relação à sustentabilidade ambiental.

**Tabela 2:** "Entradas" energéticas no cultivo do maracujazeiro amarelo, em MJ, plantio convencional, muda de tubete, por ciclo/hectare, de acordo com o tipo, fonte e forma, 1º e 2º ano, região de Marília, SP, 2012.

Tipo, fonte e forma	"Entradas" culturais Plantio convencional (muda tubete)
<b>ENERGIA DIRETA</b>	
<i>Biológica</i>	
Mão de obra	871,50
Mudas	71,36
Eucalipto	24,00
Bambu	21,00
<b>Sub-total</b>	<b>987,86</b>
<i>Fóssil</i>	
Óleo diesel	45.124,80
Lubrificante	208,48
Graxa	2.324,34
<b>Sub-total</b>	<b>47.657,63</b>
<b>ENERGIA INDIRETA</b>	
<i>Biológica</i>	
<b>Adubo orgânico</b>	
Esterco curral	58.800,00
<b>Sub-total</b>	<b>58.800,00</b>
<i>Industrial</i>	
Calcário	340,00
<b>Sub-total</b>	<b>340,00</b>
<b>Adubo químico</b>	
Fósforo (Yorin)	577,50
Nitrato de amônio	32.640,00
Cloreto de potássio	9.656,00
Ácido bórico	4,32
Sulfato de zinco	16,20
<b>Sub-total</b>	<b>42.894,02</b>
<b>Defensivos</b>	
Cobre (fungicida)	20.138,36
Dithane (fungicida)	14.967,70
Pirate (inseticida)	1.146,78
Vertimec (acaricida)	1.146,78
Kasumin (antibiótico)	408,21
Glifosato (herbicida)	2.280,00
Mirex (formicida)	582,00
<b>Sub-total</b>	<b>20.531,47</b>
<b>Máquinas e implem.</b>	
Trator	396,58
Roçadeira	6,08
Pulverizador barras	0,92
Carreta	28,50
Sulcador	0,88
Atomizador	25,84
Tanque	4,08
<b>Sub-total</b>	<b>462,88</b>
<b>Mat. consumo em geral</b>	
Arame	1.890,00
Esticador	24,00
Tela de proteção	120,00
<b>Sub-total</b>	<b>2.034,00</b>
<b>Total</b>	<b>173.707,86</b>

A cultura do maracujazeiro amarelo, plantio convencional (muda de tubete), na região de Marília-SP produz, por ciclo/hectare, 391.800,00 MJ, sendo a produtividade cultural 0,12 MJ/kg. A eficiência cultural, que representa a relação entre as "saídas" úteis e as "entradas" culturais, foi de 2,26. A energia cultural líquida, que representa a diferença entre as "saídas" úteis e as "entradas" culturais, totalizou 218.092,15 MJ/ha (Tabela 3).

O balanço energético que mostra a diferença entre as energias totais e "entradas" de energias não renováveis foi positivo no sistema avaliado (126.050,23 MJ/ha). No entanto, esse valor pode ser otimizado com a redução do uso energia fóssil não renovável. A eficiência energética mostrou-se favorável, apresentando um valor 3,64. Esse valor indica que a relação entre a somatória das energias totais e a somatória das "entradas" de energia não renovável é positiva. Vê-se, portanto, que o consumo de energia direta de origem fóssil, mesmo que significativa nos sistemas avaliados, ainda permite a produção do fruto de maneira ambientalmente sustentável.

No entanto, deve-se buscar sempre utilizar fontes energéticas alternativas para a minimização dos gastos energéticos para que a atividade se mantenha sustentável em longo prazo. Uma das possibilidades refere-se à intensificação da adoção de adubação orgânica, uso de combustível de origem biológica, como por exemplo, o biodiesel e introdução de monitoramento e pragas e doenças para reduzir o gasto com defensivos químicos.

**Tabela 3:** Indicadores energéticos do cultivo do maracujazeiro amarelo, por sistema, por ciclo/hectare, 1º e 2º ano, região de Marília, SP, 2012.

Indicador	Unidade	Plantio convencional (muda tubete)
Saída "útil"	MJ/ha	391.800,00
Produtividade cultural (PrC)	MJ/kg	0,12
Eficiência cultural (EfC)		2,26
Energia cultural líquida (EfCL)	MJ/ha	218.092,15
Balanço energético (BE)	MJ/ha	126.050,23
Eficiência energética (EfE)		3,64

Fonte: Elaborada a partir dos dados da Tabela 2.

## 4 CONCLUSÕES

A produção do maracujá amarelo na região de Marília-SP, no sistema de plantio convencional (muda de tubete) é potencialmente sustentável sob o ponto de vista energético e pode contribuir como uma fonte alternativa de diversificação da empresa rural.

Os itens que mais oneraram a energia indireta industrial corresponderam aos adubos químicos (65%) e

defensivos (31%) em decorrência da intensificação da adubação como forma de prevenção de doenças e uso preventivo e curativo de fungicidas, inseticidas, acaricidas. Esses valores indicaram que a sustentabilidade da atividade está diretamente ligada com o manejo nutricional e fitossanitário da cultura.

A análise energética, em especial, os resultados do balanço energético e da eficiência energética, apontaram que o consumo de energia direta de origem fóssil, mesmo que significativo no sistema avaliado, ainda permite a produção do fruto de maneira ambientalmente sustentável.

## 5 REFERÊNCIAS

- MARACUJÁ. **Agriannual 2012**: Anuário da Agricultura Brasileira, São Paulo, p. 346-351, 2011.
- ARAÚJO, J. L. P.; ARAÚJO, E. P.; CORREIA, R. C. **Análise de custo de produção e rentabilidade do maracujá explorado na região do Submédio São Francisco**. Petrolina: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005. 4 p. (Comunicado Técnico, 122).
- ASSENHEIMER, A.; CAMPOS, A. T.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C. Análise energética de sistemas de produção de soja convencional e orgânica. **Ambiência**, Guarapuava, v. 5, n. 3, p. 443-455, 2009.
- BAUER, S. R. T. **Resíduos da exploração florestal de *Eucalyptus grandis* para geração de energia elétrica**. 2001. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- BERTOLANI, F. C. et al. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**: folha de Marília, memorial descritivo. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 142 p. (Série Pesquisa APTA. Boletim Científico, 1).
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético nacional**. Brasília, DF, 2012. 169 p.
- BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência do milho em assentamento rural, Itaberá-SP**. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- CAMPOS, A. T. **Balanço energético relativo à produção de “coast-cross” e alfafa em sistema de produção de leite**. 2001. 267 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- CASADO, G. G.; MOLINA, M. G.; GUZMÁN, E. S. **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 540 p.
- CASTRO, A. M. G.; PEREIRA, J. P. Estudo de caso a cadeia produtiva da borracha no Brasil. In: HOEFLICH, V.; CASTRO, A. G.; LIMA, S. V. **Curso de especialização em engenharia da produção**: gestão rural e agroindustrial. Florianópolis: UFSC, LED; SENAR-PR, 2000. p. 131-179. (Cadeias Produtivas, Módulo 2).
- DOERING, O. C. Accounting for energy in farm machinery and buildings. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Flórida: CRC, 1980. p. 9-14.
- FURLANETO, F. P. B. **Análise econômica e energética de sistemas de produção do maracujá amarelo na região de Marília-SP**. 2012. 86 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2005. 658 p.
- KAMPHORST, J. S. Combustíveis: consumo. **Revista Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 10, p. 8-10, 2003.
- OLIVEIRA, M. M. et al. Análise da eficiência energética e econômica dos sistemas de produção de milho safrinha no Médio Paranapanema, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007. **Anais...** Bonito: SBEA, 2007. CD-Rom.
- OLIVEIRA JUNIOR, E. D. **Análise energética de dois sistemas de colheitas mecanizadas de eucalipto**. 2005. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- PACHECO, E. P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21 p. (Série Documentos, 58).
- PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Energy inputs in corn production. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Flórida: CRC, 1981. p. 76-84.
- PINTO, M. S. V. **Análise econômica e energética de sistemas agroflorestal para implantação na terra indígena Araribá - município de Avaí/SP**. 2002. 136 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

RISOUD, B. Développement durable et analyse énergétique d'exploitations agricoles. **Économie Rurale**, Paris, n. 252, p. 16-26, 1999.

SALLA, D. A. et al. Avaliação energética da produção de etanol utilizando como matéria-prima a cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p. 2516-2520, 2009.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JUNIOR, J. Balanço energético em galpão de frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 25-36, 2004.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: UFV, 1981. 166 p.

WÜNSCH, J. A. **Diagnóstico e tipificação de sistemas de produção e procedimento para ações de desenvolvimento regional**. 1995. 175 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

ZANINI, A. et al. Análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto. **Revista Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 249-253, 2003.

---