

DEMANDA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE COLHEITA DE MANDIOCA

Geraldo Magela Rodrigues Junior¹ Ronilson de Souza Santos², Carlos Ramos³, Kleber Lanças⁴

¹ Graduando da Fac. de Engenharia Agrônômica-UFPA-Altamira, +55 (93) 992262765, magela1306@gmail.com.² Engenheiro Agrônomo- Doutor, Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia Agrônômica- UFPA ó Altamira +55 (93) 98123-0266, rsantos@ufpa.br.³ Engenheiro Agrônomo- Doutor, Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia Agrícola da UFRA- Tomé-Açú, +55 (14) carlosrgramos@outlook.com.⁴ Engenheiro Mecânico- Doutor Professor Titular da Faculdade de Ciência Agrônômica, UNESP-Botucatu, +55(14) 99776-2825, kplnacas@unesp.com.br.

Apresentado no

XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018

06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: A mandiocultura é uma atividade agrícola de relevância social e econômica no Brasil e no mundo. Entretanto, as ações que compõem o sistema de produção necessitam de avaliações para otimizar a demanda de recursos, sobretudo, os relacionados a demanda energética. Portanto, o objetivo deste trabalho foi de quantificar e avaliar a demanda energética nas ações que compuseram três sistemas de colheita de mandioca. O experimento foi conduzido em campo de produção comercial de mandioca, compostos pelo sistema de colheita manual, semi-mecanizado e mecanizado. Foi utilizado o delineamento em faixas, medindo 26 x 160 metros, contendo 15 pares de linhas de plantio, escolhendo-se seis pares aleatórios para constituir as repetições. A avaliação foi realizada a partir das ações de poda da porção aérea da planta; desagregação do solo; arranquio das raízes, separação das raízes, embarque das raízes em unidade de transporte. Para analisar os resultados foram consideradas as demandas de energia fóssil, industrial e biológica como parâmetro de avaliação. As maiores demandas de energia se concentraram nas ações mecanizadas, demandando 37,51 MJ.T⁻¹, 27,26 MJ.T⁻¹, poda da porção aérea e desagregação do solo, o equivalente a 27,81 e 18,40 litros de óleo Diesel por tonelada de produto colhido, respectivamente. **PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de combustível, energia fóssil, operações manuais.

ENERGY DEMAND IN CASSAVA HARVEST SYSTEMS

ABSTRACT: The cassava crop is an agricultural activity of social and economic relevance in Brazil and in the world. However, the actions that meet production system need to be analyzed to optimize the demand for resources, especially those related to energy demand. Therefore, the objective of this work was to quantify and evaluate the energy demand in the actions that comprised three cassava harvesting systems. The experiment was conducted at commercial cassava field, composed by manual harvest systems, semi-mechanized and mechanized harvest systems. It was used the design in strips, measuring 26 x 160 meters, containing 15 pairs of planting lines, of which six random pairs, as repetitions. The evaluation was from the actions of pruning of aerial plant, mechanized soil disaggregation, manual pulling roots, separation and boarding roots in wagon transport. To analyses the results, was considered the fossil, industrial and biological energy demand. The highest energy demands was concentrated on mechanized actions, demanding up to 37.51 MJ.T⁻¹ e 27.26 MJ.T⁻¹, pruning of aerial plant, mechanized soil disaggregation, equivalent to 27.81 and 18.40 liters of Diesel oil per tons of harvested product, respectively.

KEYWORDS: Fuel consumption, fossil energy, manual operations

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca tem grande importância social e econômica, pois seus produtos são amplamente utilizados, tanto na venda *in natura*, como produtos derivados com féculas, farinhas, goma de tapioca, entre outros. Ela também é utilizada nas indústrias químicas, feculares, papel e papelão, Têxtil.

Em cultivos comerciais se tem uma grande dificuldade na contratação de mão-de-obra para realizar as atividades de colheita, que predominante manual, são pouco ergonômicas, de intensa e desgastante atividade laboral.

A adoção de máquinas e equipamentos nas operações que compõem o sistema de produção de mandioca propicia maior capacidade operacional, reduz a dependência de mão-de-obra humana e devem tornar a atividade mais rentável. Porém, é necessário a avaliação criteriosa de todos os aspectos que compõem a utilização de sistemas mecanizados, nas fazes de produção da cultura, principalmente, àqueles relacionados a demanda energética de cada sistema.

Para tornar a mandiocultura brasileira mais eficiente, existem iniciativas públicas e privadas que vêm trabalhando no desenvolvimento de máquinas e procedimentos capazes de reduzir a intensidade do esforço físico despendido nas operações de cultivo, principalmente, aquelas relacionadas a colheita, que pode ser considerada a operação de maior custo no sistema de produção da cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar três sistemas de colheita de mandioca a partir da análise da demanda energética de cada sistema.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no ano agrícola de 2015, em campo de mandioca, localizada no município de Anhembi-SP, com área experimental sob as coordenadas UTM 784.140 m e 7.477.536 m Zona 22K

O clima do município de Anhembi, que pertence ao estado de São Paulo foi classificado segundo Köppen (1948), citado por (CEPAGRI 2016) como Aw, com temperatura média anual de 22° C e precipitação anual de 1300 mm. Na área experimental, a partir da análise granulométrica realizada pela metodologia EMBRAPA (1997) o horizonte agrícola continha 93% de areia e 7% de argila, classificando-o como solo de textura arenosa. O relevo possuía declividade média de 2%, altitude de 580 m acima do nível médio do mar.

O espaço destinado ao experimento mediu 78,3 x 160 metros, largura e comprimento, respectivamente, totalizando 1,25 hectares. O delineamento experimental foi em faixas, sendo que cada faixa medindo 26,0 x 100 metros, composta por 30 linha de plantio, das quais foram escolhidos seis pares aleatoriamente para constituir as repetições.

O experimento foi composto por três tratamentos denominados de sistemas de colheita de mandioca, denominados de sistema manual, semi-mecanizado e mecanizado. Os mesmos foram caracterizados por um conjunto sequenciado de ações, conforme segue.

Sistema de colheita manual (S1) foi composto de poda manual da porção aérea da planta, arranquio manual das raízes e embarque manual em unidade móvel de transporte-UMT.

A ação de poda manual foi realizada nas faixas experimentais utilizando ferramenta manual de corte (facão), com o trabalhador de campo deslocando-se sobre as linhas da cultura, rebaixando a porção aérea da mesma a 0,30 m acima do nível do solo

O arranquio manual das raízes foi realizado em área total, nas faixas experimentais, com o trabalhador de campo puxando as raízes até sua completa emergência, sendo as mesmas amontoadas em lotes de 50 kg, espaçados entre 2 e 3 metros entre si.

A separação das raízes da cepa foi realizada com o trabalhador de campo deferindo golpes com ferramenta de corte na inserção da raiz com o pedúnculo, deixando-as amontoadas ao longo da linha de plantio, em lotes contendo aproximadamente 50 kg, espaçados entre 2 e 3 metros entre si.

A ação de recolhimento manual foi realizada com a U.M.T posicionada ao lado dos lotes de raízes amontoadas, permitindo que o trabalhador arremessasse as mesmas sobre a carroceria do equipamento.

O Sistema de colheita semi-mecanizada (S2) foi composto pela poda mecanizada da porção aérea da planta, desagregação mecanizada do solo, arranquio manual das raízes, separação manual das raízes da cepa (despincamento), amontoa manual das raízes e embarque manual em unidade móvel de transporte-UMT.

As ações mecanizadas foram realizadas utilizando um trator agrícola MF 4275, com motor possuindo potência nominal de 55kW (75cv), TDA e caixa de câmbio com super redutor utilizado para movimentar uma roçadora modificada com 1,5 m de largura de trabalho, utilizada na poda da porção aérea das plantas e a uma recolhadora de raízes de mandioca de duas linhas. Nas ações de desagregação do solo e embarque mecanizado das raízes foi utilizado um desagregador de solo com 1,5 metros de largura e um guincho com capacidade de içamento de 700 kg. Ambos atrelados a um trator agrícola de pneus com potência nominal de 103 c.v e TDA.

A dinâmica do Sistema de colheita mecanizado (S3) foi composta de poda da porção aérea da planta, desagregação mecanizada do solo, recolhimento mecanizado da raízes e embarque mecanizado das raízes em unidade móvel de transporte-UMT.

A ação de poda mecanizada da porção aérea das plantas foi realizada utilizando a roçadora atrelada no trator agrícola, deslocando em marchar ré para evitar o amassamento e perdas das plantas.

A operação de desagregação mecanizada do solo foi realizada com o desagregador regulado para trabalhar a 0,40 metros abaixo da superfície do solo. O conjunto trator e equipamento deslocaram-se em 3ª marcha $\delta L\delta$, com o motor funcionado @ 1500 rpm, proporcionando velocidade média de 4 km h⁻¹.

Na ação de recolhimento mecanizado a máquina utilizada atrelada ao trator agrícola realizou, simultaneamente, o arranquio, despincamento, pré-limpeza das raízes, seguido de acondicionamento das mesmas em recipientes plásticos tipo big bag, com capacidade nominal de 600 kg.

Os recipientes contendo as raízes recolhidas deixados ao longo da linha de plantio foram transportados até a U.M.T, utilizado o conjunto de trator de pneus e guincho atrelado, deslocando-se nas entre linhas do plantio, com velocidade média de 3 km h⁻¹.

Os Instrumentos para mensurar o consumo de combustível nas ações mecanizadas de colheita, foram um par de fluxômetros eletromecânico, marca Oval, modelo-LSF45, com capacidade de vazão de 50L t⁻¹ e resolução de 10mL pulso⁻¹, sendo um instalado na tubulação de condução de combustível do tanque para bomba injetora e outro entre a tubulação de retorno de combustível do motor e o tanque de combustível do trator. Ambos conectados à um Controlado Lógico Programável-CLP, marca Vison, modelo 230 que foi utilizado para mensurar e registrar o consumo de combustível. Na mensuração do tempo e espaço percorrido em cada repetição das faixas experimentais foi utilizado um receptor de sinal de GPS marca Garmin, modelo 60CX, de 12 canais.

No campo, as ações mecanizadas foram realizadas posicionando-se o conjunto trator e equipamento sobre duas linhas de plantio, cinco metros antes do início de cada repetição e na marcha, rotação e velocidade pré-definidos, deslocaram-se até o marco zero da repetição, momento em que se iniciava aquisição dos dados. Ao final do percurso parava-se a aquisição dos mesmos, procedendo a leitura e anotação do consumo de combustível e tempo gasto no trajeto, ambos registrados pelo CLP e receptor GPS.

Nos três sistemas propostos, a análise energética foi efetuada contabilizando a energia de depreciação das máquinas e equipamentos, demandas de energia de combustível, lubrificantes e mão de obra.

A partir dos resultados obtidos, foi calculado o balanço e eficiência energética dos sistemas de colheita, conforme metodologias e cálculos que seguem.

A energia de depreciação de máquinas foi contabilizada a partir da metodologia proposta por Döering et al. (1977), a qual considera os coeficientes energéticos e o cálculo foi realizado utilizando a Equação 1.

$$EDm = (a * b + c * d + e) V. U * Te \quad (1)$$

em que,

EDm= Energia de depreciação de máquinas (MJ ha⁻¹);

a= Massa da máquina ou equipamento (kg);

b= Necessidade energética para produção da máquina (MJ kg⁻¹);

c= Número de pneus contidos na máquina (unid.);

d= Necessidade energética para produção de pneu (MJ kg⁻¹);

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

Te= Tempo específico para operação (h ha⁻¹);

VU= Vida da máquina ou implemento (h).

Baseando-se em Romero (2009) o consumo horário de combustível e tempo específico de operação. Para o cálculo da variável foi utilizada a Equação 2.

$$E_{Comb} = CHC * EEC * Te \quad (2)$$

Em que,:

E_{Comb} = Energia de combustível consumido ($MJ ha^{-1}$);

CHC = Consumo horário de combustível ($L h^{-1}$);

EEC = Energia específica do combustível ($MJ L^{-1}$);

Te =Tempo específico de operação por unidade de área ($h ha^{-1}$).

A determinação da energia de mão-de-obra consumida baseou-se na metodologia citada por Carvalho (2012) e está associada os dados da Tabela 1. Para o cálculo da variável foi utilizada a Equação 3, desenvolvida por Benedict e Harris (1918).

Tabela 1 - Fração de dispêndio calórico humano nas atividades agrícolas realizadas manualmente, com base no metabolismo basal em cultivo de videira.

Operação	Dispêndio calórico humano com base No metabolismo basal
Operar trator ou colhedora	3/6
Efetuar colheita manual	9/6
Efetuar poda manual	7/6

Adaptado de Benedict e Harris (1918)

$$GER \text{ (kcal/ha)} = (65,5 + (13,75 * M) + (5,0 * A) - (6,78 * I) * Top)/p \quad (3)$$

em que,

GER = Gasto energético no repouso ($kcal ha^{-1}$); M = Massa do trabalhador (kg);

A = Altura do trabalhador (cm);

I = Idade do trabalhador (a) em anos completos;

Top = Tempo específico de operação por unidade de área ($h ha^{-1}$). p = produtividade da cultura ($t ha^{-1}$)

A quantidade de energia demandada em cada sistema de colheita foi calculada utilizando a Equação 4.

$$E_{Do} = E_{Dm} + E_{Comb} + E_{MO} \quad (4)$$

em que,

E_{Do} = Energia demanda na operação ($MJ t^{-1}$);

E_{Dm} = Energia de depreciação de máquinas ($MJ t^{-1}$);

E_{Comb} = Energia de combustível consumido ($MJ t^{-1}$);

E_{MO} = Energia de mão de obra utilizada ($MJ t^{-1}$).

O balanço energético em cada sistema de colheita foi calculado utilizando a Equação 5, baseando-se em Risoud (2000) citado por Almeida (2007).

$$BESc = (CEEc - \hat{U}Enr) \quad (5)$$

em que,

$BESc$ = Balanço energético do sistema de colheita ($MJ t^{-1}$);

$CEEc$ = Coeficiente Energético Especifico da cultura ($MJ t^{-1}$);

$\hat{U}Enr$ = Somatório das estradas de energias não renováveis ($MJ t^{-1}$).

A eficiência energética de cada sistema foi calculada utilizando a Equação 6, baseando-se em Risoud (2000).

$$\eta = \frac{CEE.c}{\sum E} . n.r \quad (6)$$

em que,

= Eficiência energética;

CEEc= Coeficiente Energético Especifico da cultura (MJ t⁻¹);

ÛEnr= Somatório de entrada de energia não renovável (MJ t⁻¹).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação de poda mecanizada da porção aérea demandou 35,08 MJ.T⁻¹ e 37,51 MJ.T⁻¹. Na ação de desagregação do solo demandou de 26,51 MJ.T⁻¹ e 27,26 MJ.T⁻¹, sistemas S2 e S3, respectivamente (Tabela 2), com a soma destas contabilizando 98,37% e 81,53% da energia total consumida. A qual ia foi oriunda do uso de óleo diesel, graxas e lubrificantes. Estes resultados estão próximo aos obtidos por Silva (2008) que analisou demanda de energia na produção de produção de mamona e concluiu que entre 37% e 48% desta energia também foi advinda de óleo diesel.

Nas ações mecanizadas dos sistemas S2 e S3, apenas 1,69% e 0,44%, são oriundas da energia biológica da mão-de-obra, condição que concorda com os resultados obtidos por Oliveira et al (2008), Romero (2009) e Diotto (2013), Ferreira et al. (2014) que avaliaram a demanda energética de culturas agrícolas industriais e observaram que a energia de mão-de-obra contabiliza no máximo 0,3% do total de energia demandada nas operações mecanizadas. No entanto, de acordo com Santos e Lucas Junior (2004) e Veloso (2012). Estes percentuais, mesmo que baixos, não devem ser desprezados, pois, dependendo da região geográfica, exercem grande relevância econômica, ambiental e social.

Tabela 2. Estrutura de dispêndio em cada ação nos sistemas de colheita de mandioca avaliados.

Sistema de colheita	(MJ.T ⁻¹)					
	Poda da porção aérea	Arranquio	Desagregação do solo	Despincamento	Recolhimento mecanizado	Embarque
S1	0,19	1,20	-	0,70	-	0,26
S2	35,08	0,17	26,51	0,60	-	0,25
S3	37,51	-	27,26	-	4,95	9,72

S1= Sistema manual, S2= Sistema semi-mecanizado, S3= Sistema mecanizado

Se por um lado a mecanização dos sistemas de produção agrícola é dependente da energia dos combustíveis, por outro lado, aumenta a capacidade operacional da mesma, possibilitando que haja o redirecionamento dessa mão-de-obra para funções mais elaboradas.

Na análise dos dispêndios energéticos dos três sistemas de colheita avaliados considerando o tipo, fonte e forma de energia demandada, observa-se que a energia direta-E.D assumiu o maior quantitativo energético demandado nos três sistemas de colheita, os quais foram de 100%, 94,74% e 91,66%, sistemas S1, S2 e S3, respectivamente (Tabela 3), com consequente redução da participação de energia indireta-E.I em todas as fases do processo.

Tabela 3. Estrutura dos dispêndios por tipo, fonte e forma em MJ.T⁻¹ e percentuais nas ações que compuseram os sistemas de colheita da cultura da mandioca.

TIPO, fonte e forma	Entradas culturais					
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
	MJ.T ⁻¹			(%)		
ENERGIA DIRETA (a)	2,35	59,32	72,82	100	94,74	91,66

<u>Biológica:</u>						
Mão-de-obra	2,35	1,06	0,35	100	1,78	0,48
<u>Fóssil:</u>						
Comb. e Lubrificantes	0,00	58,26	72,47	0,00	98,21	99,51
ENERGIA INDIRETA (b)	0,00	3,29	6,61	0,00	5,26	8,33
<u>Industrial:</u>						
Máquinas	0,00	3,29	6,61	0,00	100	100
Ū (c)=a+b	2,35	62,61	79,44	100	100	100
EE da cultura (d)	7.302	7.302	7.302			
Balanco Energético	-	7.239	7.222			
Eficiência energética	-	116	92			

S1= Sistema manual, S2= Sistema semi-mecanizado, S3= Sistema mecanizado

O comportamento observado nos sistemas em questão foi semelhante ao obtido no trabalho de Martins et al. (2015) que avaliou a demanda energética na colheita de milho para forragem e o percentual de E.D de 98,5% e E.I de 1,5%. De modo semelhantemente, Ferreira et al (2014) avaliaram a matriz energética de cereais e obtiveram percentuais de E.D, que variaram de 47,79% à 68,67%, portanto, contrapondo-se aos resultados obtidos por Chechetto et al. (2010) os quais afirmaram ser advinda da energia indireta as maiores demandas para implantação da cultura da mamona. Portanto, é adequado afirmar que a maior demanda de E.D do sistema de produção da mandioca encontra-se na fase da colheita, concordando com Siqueira et al. (2008) pois que relatou ser nesta fase que ocorre intensa demanda de trabalho advindo do esforço físico da mão-de-obra ou das máquinas que utilizam combustível fóssil para funcionarem.

Os resultados da análise energética para demanda total da operação de colheita foram de 2,35 MJ.T⁻¹, 62,61 MJ.T⁻¹ e 79,44 MJ.T⁻¹, sistemas S1,S2 e S3, respectivamente (Tabela 3). Sendo que a menor demanda energética- D.E obtida no sistema S1 foi semelhante ao resultado contabilizado por Almeida (2007) que efetuou análise energética na produção de milho em área de assentamento rural e obteve D.E de 3,46 MJ.T⁻¹ na operação de colheita manual. Resultado este que foi inferior àquele obtido por Romero (2009) que realizou análise energética da colheita manual do algodão e obteve D.E de 31,47 MJ.T⁻¹ de produto colhido.

Nos sistemas S2 e S3, os resultados de D.E total para operação de colheita foram semelhantes ao obtido por Salla (2008) que analisou sistemas de produção de mandioca e contabilizou o equivalente a 61,33 MJ.T⁻¹. Sá et al. (2013) que realizou análise energética de produção agrícola com uso de sistema de plantio direto contabilizaram D.E de 109,96 MJ.T⁻¹ e atribuíram o resultado à quantidade de operações mecanizadas. Mas para ambos os casos foram resultados inferiores aquele citado por Bueno (2002) que na colheita mecanizada de milho contabilizou 225,89 MJ.T⁻¹ de produto colhido.

O balanço energético-B.E obtido nos sistemas avaliados foi de 7.239 MJ.T⁻¹ e 7.222 MJ.T⁻¹, S2 e S3, respectivamente (Tabela 3). A partir destes resultados, e considerando as observações que Oliveira et al. (2014) fez a respeito de B.E, ambos sistemas avaliados, que utilizaram energia fóssil, contabilizaram saldo energético positivo, sendo viáveis do ponto de vista ambiental, com pequena vantagem do sistema S2, provavelmente, pela menor quantidade de energia fóssil demandada.

O resultado para B.E deste trabalho foi semelhante ao citado por Salla (2008) que obteve na colheita semi-mecanizada a demanda energética de 63,61 MJ.T⁻¹ de produto colhido, resultado em um B.E de 7.240,63 MJ.T⁻¹. Este resultado superior ao obtido por Soares et. al. (2008) que na produção de etanol de mandioca, contabilizaram B.E de 1,52. Para Riquetti et al. (2012) que efetuaram análise energética da produção de milho diferentes sistemas de plantio e obtiveram B.E de 13.780 MJ.T⁻¹ e 15.426 MJ.T⁻¹ sistemas de plantio convencional e direto, respectivamente.

Os resultados obtidos para eficiência energética-Ef.E foram de 92 e 116, sistemas S3 e S2, respectivamente (Tabela 3), classificando-os como sistemas energeticamente eficientes. Estes resultados foram superiores aos obtidos por Campos et al. (2009) que quantificaram a demanda de energia no cultivo da soja sob plantio direto e obtiveram Ef.E de 18,64. Para Almeida et al. (2010) que analisaram energeticamente a produção de milho obtiveram Ef.E máxima de 53,84. Sá et al. (2013) que analisaram produção agrícola em sistema de plantio convencional e direto, obtiveram Ef.E de 2,64 e 7,4,

respectivamente e Furlaneto et al. (2014) ao analisarem energeticamente a produção da cultura do maracujá, computaram *Ef.E* de 4,17.

CONCLUSÕES

Apesar de serem altamente dependentes de energia fóssil, na forma de óleo Diesel e lubrificantes, os sistemas de colheita semi-mecanizado e mecanizado são viáveis energeticamente, pois, obtiveram saldo e eficiência energética positivos.

Devido a questões econômicas e ambientais, no sistema de colheita mecanizado da mandioca brasileira, que ainda está em fase experimental, há possibilidade de correções operacionais capazes de reduzir a demanda de combustível fóssil.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. ASABE Standards. St. Joseph, Agricultural Machinery Management ASABE EP496.3. 2006.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. ASAE EP 497.6 JUN09: Agricultural machinery management data. In: . ASAE Standards 2009: standards engineering practices data. St. Joseph, 2009. p. 350-357.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. ASABE Standards. St. Joseph, Agricultural Machinery Management ASABE D497.7, p. 1, 2011.

ASSENHEIMER, A. et al. Análise energética de sistemas de produção de soja convencional e orgânica. Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 443-455, 2009.

BAHNAS, O. T. The mechanical sugar beet harvest requirements in the reclaimed lands. In.: ANNUAL CONFERENCE OF THE MISR SOCIETY OF AGRICULTURE ENGINEER, 14th New Trends in Agricultural Engineering. Anais..., p. 903- 922, 2006.

BEBER, J. A. C. Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais. 1989. 295 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural)ó Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1989.

BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA. Mandioca: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176 p.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética-EPE. Balanço energético nacional 2015: ano base 2014- Relatório final. Rio de Janeiro - EPE, 2015. 292 p. Disponível em [http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143895/2.1+-+BEN+2015+-+Documento+Completo+em+Portugu%C3%AAs+-+Ingl%C3%AAs+\(PDF\)/22602d8c-a366-4d16-a15f-f29933e816ff?version=1.0](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143895/2.1+-+BEN+2015+-+Documento+Completo+em+Portugu%C3%AAs+-+Ingl%C3%AAs+(PDF)/22602d8c-a366-4d16-a15f-f29933e816ff?version=1.0). Acesso em: 22 de jul. 2016.

CAMPOS, A. T. et al. Análise energética da produção de soja em sistema plantio direto. Global Science and Technology, Rio Verde, v. 02, n. 2, p. 38-44. 2009.

CARMO, M. S.; COMITRE, V.; GABRIEL, L. R. A.; THEMEN, J. I. Eficiência energética na produção agrícola e do refino do óleo de amendoim. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 31., 1993, Ilhéus anais...,Campinas: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 1993. p. 17-605

CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. Perfil energético da agricultura paulista. São Paulo: IEA ó Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, 1982. 55p.

CHECHETTO, R. G. et al. Balanço energético para a produção de bioDiesel pela cultura da mamona (*Ricinuscommunis L.*). Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 546-553, 2010.

COMITRE, V. Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto ó SP. 1993. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Planejamento Agropecuário) ó Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

DIOTTO, A. V. Demanda de energia no sistema de produção do pinhão manso (*Jatropha Curcas L.*) irrigado. 2013. 99 f. tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem)- Escola Superior de Agricultura, Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, 2013.

DÖERING, O. C. et al. Accounting for tillage equipment and other machinery in agricultural energy analysis. Energy in Agriculture. Agricultural Experiments Station. Purdue University. West Lafayette, Indiana. NSF/RA- 770128. 1977.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. 3º ed. Tradução técnica VICHI, F.M.; MELLO L.F. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 543 p.

HISANO, H. et al. Potencial da Utilização da Mandioca na Alimentação de Peixes. 2008. 31 p. Documentos 94. EMBRAPA Agropecuária-Oeste. Dourados 2008.

MELO, C. M. de et al. Gasto Energético Corporal: Conceitos, Formas de Avaliação e sua Relação com a Obesidade, Arq Bras Endocrinol Metab, São Paulo, v. 52, n. 3, p. 452-464, 2008
SÁ, J. M. et al. Balanço energético da produção de grãos, carne e biocombustíveis em sistemas especializados e mistos. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 48, n. 10, p. 1323-1331, 2013.

BUENO, O. de C. Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)ó Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CHECHETTO, R. G. et al. Balanço energético para a produção de bioDiesel pela cultura da mamona (*Ricinuscommunis L.*). Revista Ciência Agrônômica, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 546-553, 2010.

JASPER, S. P et al. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica Hochst*) produzida em plantio direto. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 395-403, 2010.

OLIVEIRA, M. D. M.; FREITAS, S. M.; FREDO, C. E. Análise energética da produção de oleaginosas no Estado de São Paulo. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, SP, v. 3, n. 6, 2008. Disponível em <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-45-2008.pdf>. Acesso em: 21 de mar. 2017.

OLIVEIRA, L. M. et al. Balanços energéticos da produção de etanol para diferentes fontes de matérias primas. Geoambiente, Jataí, n. 22, p. 39-52, 2014.

RISOUD, B. Energy efficiency of various French farming systems: questions to sustainability. INRA, 2000. Disponível em: <<http://www.dijon.inra.fr/esr/documents/wp20009.pdf>>. Acesso em: 30 de nov. 2016.

ROMANELLI, T. L. Sustentabilidade energética da cana-de-açúcar In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. 2 ed. Piracicaba: Autores, v. 1, p. 304-312, 2009a.

ROMERO, M. G. C. Avaliação energética e econômica do agroecossistema algodão: uma abordagem entre sistemas familiares de produção do Paraguai e Brasil. 2009. Botucatu, 183 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. 2009.

SÁ, J. M. et al. Balanço energético da produção de grãos, carne e biocombustíveis em sistemas especializados e mistos. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 48, n. 10, p. 1323-1331, 2013.

SIQUEIRA, R. et al. Balanço de energia na implantação e manejo de plantas de cobertura do solo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 80-89, 1999.

SIQUEIRA, R. et al. Energetic balance from bioDiesel production of oil seed radish (*Raphanus sativus* L.). In: INTERNACIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 12., 2008, Foz do Iguaçu. anais..., Foz do Iguaçu. 1 CD-ROM.

SOARES, L. H. de B.; et al. Balanço energético da produção de bioetanol de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Circular técnica 23, Embrapa Agrobiologia, 2008.