

ANÁLISE ENERGÉTICA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DA PITAYA EM MANEJO ORGÂNICO NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU/PA

PAULA RENATA SIQUEIRA DA SILVA¹, MYRELLA KATLHEN DA CUNHA DE ARAUJO², CARLOS RENATO GUEDES RAMOS³, RAFAELLY SUZANYE DA SILVA SANTOS⁴ E MAGNUN ANTONIO PENARIOL DA SILVA⁵

1 Bacharel em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil, paulasiqueira1323@gmail.com

2 Acadêmica do curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil, myrellakaraujo@gmail.com

3 Professor adjunto C da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil, carlosrgramos@outlook.com

4 Professora adjunta C da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil, rafaellysuzanye@gmail.com

5 Orientador. Professor adjunto C da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil, penariol@gmail.com

RESUMO: A pitaya é uma espécie exótica de grande interesse aos produtores pela capacidade de produção durante o ano inteiro e o lucro. Logo, o objetivo foi realizar a análise energética e econômica da implantação da pitaya em manejo orgânico numa propriedade familiar em Tomé-Açu/PA. A pesquisa foi realizada em 2019, na Fazenda Colatina, Tomé-Açu/PA, a partir do conhecimento das máquinas e equipamentos utilizados, mudas, calagem e adubação e aspectos de instalação e condução do experimento, para calcular a produtividade estimada para dois anos e análise de custo de produção. No primeiro ano, a eficiência cultural foi de 0,61 MJ/kg⁻¹ e a produtividade cultural de 0,29 MJ/kg⁻¹. A produtividade estimada foi 16,2 toneladas/ hectare, custo total de implantação da cultura de R\$ 53.797,56 e lucro estimado de R\$ 27.202,44. No segundo ano, a eficiência cultural estimada foi 1,01 MJ/kg⁻¹ e a produtividade cultural de 0,49 MJ/kg⁻¹. A produtividade de 21,2 toneladas/ hectare, custo de manutenção da área produtiva de R\$ 22.323,06 e lucro estimado de R\$ 83.676,94. Nos dois anos, mais de 60 % dos gastos energéticos foram energia direta de fonte biológica. Com isso, o plantio é viável, visto que o lucro esperado, manejo e demanda despertam interesse dos produtores.

Palavras-chave: Fruticultura; Agricultura Familiar; Eficiência cultural.

ENERGY AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF THE PITAYA CULTURE IN ORGANIC MANAGEMENT IN THE MUNICIPALITY OF TOMÉ-AÇU/PA

ABSTRACT: Pitaya is an exotic species of great interest to producers for its year-round production capacity and profit. Therefore, the objective was to conduct energy and economic analysis of the implantation of pitaya in organic management on a family property in Tomé-Açu/ PA. The research was performed in 2019, at Fazenda Colatina, Tomé-Açu/PA, based on the knowledge of the machines and equipment used, seedlings, liming and fertilization and installation and conducting aspects of the experiment, to calculate the estimated productivity for two years and production cost analysis. In the first year, cultural efficiency was 0.61 MJ/kg-1 and cultural productivity was 0.29 MJ/kg-1. The estimated productivity was 16.2 tons/hectare, total cost of implanting the crop of R \$ 53,797.56 and estimated profit of R\$ 27,202.44. In the second year, the estimated cultural efficiency was 1.01 MJ/kg-1 and the cultural productivity was 0.49 MJ/kg-1. The productivity of 21.2 tons/hectare, cost of maintaining the productive area of R\$ 22,323.06 and estimated profit of R\$ 83,676.94. In the two years, more than 60% of energy expenditure was direct energy from biological sources. Thus, planting is viable, since the expected profit, management and demand arouse the interest of producers.

Keywords: Fruit culture; Family farming; Cultural efficiency.

1 INTRODUÇÃO

As pitayas têm origem das Américas, pertencentes a família Cactaceae e contam com 84 gêneros e 1.400 espécies. A família Cactaceae é conhecida por se adaptar facilmente em locais quentes com climas secos, além de uma grande variação anatômica e conservação de água graças a sua fisiologia (LIMA, 2013).

O cultivo de pitaya no Pará é promissor, e o município de Tomé-Açu/PA é um dos maiores produtores da espécie. O sucesso da cultura é proveniente da adaptação a região, por suas características edafoclimáticas. Além disso, a população aceitou muito bem o produto, forte incentivo aos produtores e a agroindústria local, que absorve parcela da produção para processamentos e afins (RAMOS et al., 2018).

Outrossim, a implantação do pomar de pitaya favorece diretamente a economia local pela dependência da mão de obra para realização de atividades básicas, como: poda, colheita, pós-colheita, entre outras (MARQUES, 2010).

De modo geral, essas práticas demandam energia. Para Basso (2007), a energia é “o potencial inato para executar trabalho ou realizar uma ação”. Várias condições de trabalho e reações como calor, trabalho mecânico, luz e organismos vivos, são determinantes para utilização da energia afim da realização de um trabalho qualquer. Contudo, Mello (1986) entende que a análise energética não é somente a energia utilizada para produção de um bem, mas também a compreensão dos fluxos energéticos dentro de um sistema, onde a partir desses dados é possível obter os desperdícios energéticos.

Outra variável importante são os custos variáveis da produção de pitaya, que podem ser modificados em concordância ao volume da produção. Com o aumento do volume de produção, automaticamente se aumentam os custos com: insumos necessários, depreciação de equipamentos e outros (LIMA, 2014).

Em consonância, é importante elucidar as preocupações ambientais durante qualquer processo agrícola. Segundo Walter e Valente (2010) o uso sem acompanhamento técnico de

agrotóxicos traz consequências irreparáveis ao meio ambiente. A busca pela maior produtividade sem o uso de métodos sustentáveis, o desmatamento, a queimada, o uso de fertilizantes e fungicidas em grande escala geram grandes danos à saúde humana, animal e ao ambiente. O aproveitamento de resíduos e a redução de gastos com adubação e preservação do solo são marcos da agricultura orgânica bem vistos ao público.

Dessa forma, o objetivo geral dessa pesquisa foi realizar uma análise energética e econômica da implantação da cultura pitaya em manejo orgânico numa propriedade familiar em Tomé-Açu/PA. Para mais, analisar custos em geral como: limpeza da área e análise de solo, colocação das estacas, semeadura, poda, roçagem, adubação, mão de obra, combustível no primeiro ano e segundo ano de plantio, também, analisar os gastos energéticos de todas as operações, como entradas energéticas até as saídas úteis, além de gerar dados para identificar a viabilidade do plantio.

Ainda, embora a espécie esteja em alta no município de Tomé-Açu/PA, os produtores tem poucas informações sobre a cultura, suas necessidades, seu custo de implantação e a viabilidade do cultivo. Visto que houve o aumento da produção e disponibilidade do produto, o seu preço tem diminuído. Logo, é importante garantir informações para a produção rentável e não prejudicial ao ecossistema.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área Experimental

O presente estudo foi realizado em 2019, na Fazenda Colatina, município de Tomé-Açu/PA, no ramal Ubim, comunidade do Novo Repartimento, a 30 km de distância do distrito de Quatro-Bocas. O município é localizado a 203 km da capital, Belém/PA.

O clima da região é classificado como Ami de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 26°C, umidade relativa do ar em torno de 85 % e média anual de precipitação de 2.300 mm (SANTOS et al., 2019).

2.2 Caracterização do solo

Foram coletadas cinco amostras simples de solo pela área, formando a amostra composta para caracterização das propriedades químicas

do solo. Tais amostras foram encaminhadas para o laboratório Terra Análises, de acordo com a metodologia Embrapa (2017). Os dados obtidos com a análise química do solo estão expressos na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização do Solo da área experimental de pitaya em Tomé-Açu/PA, 2019.

P (m)	pH CaCl ₂	M.O. g/Kg	P resina mg dm ⁻³	H+AL	k	Ca CTC	Mg	SB	V %	
0 a 0,20	5	12	7	3	50	2,9	0,5	53,4	6,53	54
P (m)		Boro	Cobre	Ferro		Manganês		Zinco		
0 a 0,20		0,72	0,1	330		15,9		1,4		

Conforme a análise, o solo da propriedade é do tipo latossolo amarelo de textura média, de relevo moderadamente acidentado. De acordo com Valente, Watrin e Castro (2014) os solos do município apresentam boas propriedades físicas, de fácil manejo agropecuário. Além das propriedades químicas não limitarem o uso do solo, devido a correção com uso de insumos segundo as necessidades nutricionais das culturas.

2.3 Máquinas e Equipamentos

A Tabela 2 mostra a valoração para aquisição da máquina roçadora e demais equipamentos, dados obtidos na compra dos produtos. Estes equipamentos e máquina foram utilizados para implantação da cultura e manutenção da área experimental. O uso anual em horas foi calculado de acordo com a quantidade de roçagens necessárias ao longo ano, multiplicada pela quantidade de horas utilizadas por dia de trabalho, enquanto que a vida útil foi obtida a partir dos dados da Companhia Nacional de Abastecimento (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2010).

Tabela 2. Máquinas e Equipamentos utilizados no experimento da pitaya em Tomé-Açu/PA, 2019.

Equipamento/Características	Vida Útil (Anos)	Uso Anual (Horas)	Valor de Aquisição (R\$)
Roçadora Toyama RT43, 42,7cc, motor 2T, faca 3 pontas e carretel de nylon.	8	128,1	900,00
Pá de bico Tramontina 460/40 em aço com cabo de madeira 71cm com empunhadura plástica	10	48	40,00
Enxada larga Tramontina 20 em cabo de madeira 130cm	10	76	45,00
Tesoura de poda com lâmina em aço e cabo plástico Tramontina	10	20	30,00
Carrinho de mão com pneu câmara e caçamba plástica Tramontina Pro, capacidade 55 L	10	48	130,00
Ancinho estampado com 14 dentes em aço e cabo de madeira 120cm Tramontina	10	48	25,00

2.4 Mudanças e procedimentos de calagem e adubação

Foram selecionadas mudas de plantas em propriedades regionais, cladódios vigorosos medindo em média 50 cm de altura, plantados no espaçamento 2 x 2 m, totalizando 2.500 plantas no hectare.

Os cálculos da calagem foram realizados a partir da metodologia do boletim da Embrapa, de Lopes (1990) e Rozane et al. (2017), demonstrando necessidade da aplicação de 1,120 kg de calcário no hectare.

A adubação de base utilizada durante a instalação do experimento foi obtida através das recomendações da adubação da cultura da pitaya. Segundo a recomendação de adubação orgânica de Costa et al. (2015), no momento do plantio foi realizada a adubação da cova com 300 g de farinha de osso, 20 % de P₂O₅ e 20 L de esterco bovino. Também, foi selecionado o método do experimento que rendeu maior produtividade, com aplicação de 14 kg de esterco bovino e 2 kg de esterco de galinha, 60 dias após a calagem e a cada 3 meses.

Para realização da adubação no experimento, foi feita a correção de solo de acordo com a análise de solo, e substituído o superfosfato simples (SFS) por farinha de osso. Com a correção do solo e adubação inicial para a pitaya, foram necessárias: 750 kg de farinha de osso, com custo de R\$ 825,00; 50.000 kg de esterco bovino, a R\$ 4.500,00; e 1.120 kg de calcário, R\$ 536,00. Totalizando o investimento de R\$ 5.861,00.

A adubação de manutenção também tem papel importante durante o estabelecimento de um pomar, o uso dos adubos é voltado a reposição dos nutrientes retirados anualmente pelos frutos, pois as folhas e ramos de poda continuam no pomar, possibilitando a ciclagem de nutrientes (SCHVEITZER; PETRI, 2019). Dessa forma, a adubação de manutenção para a pitaya requisitou 140.000 kg/ano de esterco bovino, com custo de R\$ 12.600,00 e 20.000 kg/ano de esterco de galinha, por R\$ 6.000,00. Inteirando o investimento de R\$ 18.600,00.

2.5 Instalação e condução do experimento

2.5.1 Limpeza da área e implantação das estacas

A limpeza da área de capoeira baixa ocorreu durante 5 dias, com a utilização de foice e facão, por dois colaboradores durante 8 horas diárias, totalizando 80 horas de trabalho. Após a derrubada houve o amontoamento da matéria verde fora da área de plantio.

Para cavar os buracos e colocar as estacas que serviram como tutores para as mudas, foi necessário o uso de uma cavadeira articulada, durante 4 dias, contando com dois colaboradores por 8 horas diárias, totalizando 64 horas de trabalho.

2.5.2 Correção do solo, plantio e adubação inicial

Foi realizada a aplicação do calcário, com pouco mais de 10 dias feita a adubação de cova, e após dois dias a semeadura, onde foram colocados os cladódios apenas encostados ao solo e amarrados as estacas para seu correto crescimento e boa produtividade.

2.5.3 Adubação de manutenção

A primeira adubação de manutenção foi realizada nos dias 18 a 20 de março de 2019, com a utilização de um carrinho de mão e uma pá de bico, distribuindo na base da planta a quantidade de 14 kg de esterco bovino e 2 kg de esterco de galinha. A segunda adubação ocorreu nos dias 18 a 20 de junho de 2019, no mesmo lugar e proporção da primeira.

2.5.4 Roçagem, amontoa e poda

As roçagens foram realizadas a cada 60 dias, para manutenção da limpeza, em que a matéria permaneceu sobre o solo sem uso de químicos. A poda da pitaya foi realizada quando o cladódio passava da altura da estaca, para garantir suas brotações laterais e a formação da copa.

2.6 Componentes de produção: Produtividade estimada para os primeiros dois anos

Com a adubação proposta no estudo, estima-se que a pitaya no primeiro ano de produção produza em média 16,2 t/ha, e no segundo ano pode atingir um aumento, resultando em 21,2 t/ha. Considerando que no hectare trabalhado a população de plantas é de 2.500/ha.

2.7 Análise do custo de produção da pitaya

Os custos para esta análise foram divididos em fixos, variáveis e totais. Os custos fixos são os custos com manutenção e depreciação dos equipamentos (CARVALHO; VIANA, 2011).

Sobre a importância de levar em consideração a depreciação dos bens, e segue abaixo a equação (1).

$$Da = (Vn - Vr) / N \quad (1)$$

Em que:

Da = depreciação anual, em (R\$);

Vn = valor novo, em (R\$);

Vr = valor residual, em (R\$);

N = vida útil, em anos.

Para cálculos com a manutenção, assim como Jasper (2009), foi admitido o valor de 14 % sobre o valor de aquisição do bem. A mão de obra das operações realizadas foi em serviço tipo diária, custando na região a diária de oito horas de trabalho em média R\$ 60,00 (sessenta).

Os custos variáveis foram determinados pelos insumos utilizados (CARVALHO; VIANA, 2011), mão de obra em diárias e combustível necessários para condução do experimento. Para determinação do custo dos insumos, baseou-se na média dos preços da região de cada insumo, e na utilização de cada um desses em kg por hectare, chegando assim no custo total por hectare.

Afim de uma determinação mais clara, para obtenção dos gastos com combustíveis foi analisado o uso total de litros de uso de gasolina

e óleo 2t no experimento, para cada roçagem feita. Utilizando valores do preço médio da região e quantidade em litros por ano.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Custo da implantação da pitaya

De acordo com Marques et al. (2012) existe uma barreira em produzir algo novo, pois é realizado um alto investimento e existe a preocupação com os resultados econômicos em função do tempo de produção. Portanto, para que haja confiança do produtor em disponibilizar capital para o cultivo devem ser estimados os custos de implantação do pomar, preço final do produto e preço médio regional.

3.1.1 Custo da limpeza da área e análise de solo

O custo total desta operação foi de R\$ 1.400,00 por hectare, sendo deste valor, R\$ 1.200,00 destinados a mão de obra e R\$ 200,00 para análise de solo. Somente a mão de obra correspondeu a 85,71 % da operação, bem como o estudo de Pereira (2017) para a cultura da cana de açúcar.

3.1.2 Custo da colocação das estacas

Os custos variáveis e total por hectare, relacionados a mão de obra e a madeira usada para tutoramento das plantas, foram de R\$ 2.500,00 para mão de obra e R\$ 17.500,00 para estacas. O gasto com os tutores correspondeu a 87,5 % da operação.

Além do mais, os custos variáveis podem ser modificados em concordância com o volume da produção, sendo que com o aumento do volume de produção automaticamente se aumentam os custos com: insumos necessários, depreciação de equipamentos, entre outros (LIMA, 2014).

3.1.3 Custo do plantio, correção de solo e adubação de cova

Na Tabela 3 são expostos os custos fixos, variáveis e total presentes na operação no 1º ano de cultivo por hectare. Nesta atividade,

os maiores custos foram advindos da aquisição de esterco bovino e mudas, com valores de R\$ 4.500,00 e R\$ 3.750,00, respectivamente. O

esterco corresponde a 44,57% e as mudas a 37,14%, assim responsáveis por mais de 80% do custo da operação.

Tabela 3. Valores da participação da operação em custos fixos, variáveis e total gastos no 1º ano de cultivo, por hectare, na semeadura, correção de solo e adubação de cova em Tomé-Açu/PA, 2019.

Custos Fixos	R\$ no 1º ano
Depreciação (carrinho de mão)	11,70
Depreciação (enxada)	4,05
Depreciação (pá de bico)	3,60
Manutenção dos equipamentos	3,01
Subtotal	22,36
Custos Variáveis	
Mão de obra	420,00
Mudas	3.750,00
Calcário	536,00
Esterco bovino	4.500,00
Farinha de osso (20% de P ₂ O ₅)	825,00
Fio (1250m)	43,50
Subtotal	10.074,50
Custo Total	10.096,86

3.1.4 Custo do amontoamento, condução e poda

Os custos fixos conhecidos foram (R\$ no 1º ano): R\$ 2,25 de depreciação (ancinho); R\$ 2,70 de depreciação (tesoura de poda) e R\$ 0,77 com manutenção dos equipamentos. Os custos variáveis foram (R\$ no 1º ano): R\$ 300,00 com mão de obra e R\$ 87,00 de fio (3000 m). Como resultado, o gasto com mão de obra foi superior aos demais, correspondendo a 76,39 % do custo total.

3.1.5 Custo da adubação de manutenção

Os custos fixos obtidos foram (R\$ por ano): R\$ 11,70 de depreciação (carrinho de mão); R\$ 3,60 de depreciação (pá de bico) e R\$ 2,38 de manutenção dos equipamentos. Já os custos variáveis foram (R\$ por ano): R\$ 720,00 com mão de obra; R\$ 12.600,00 de esterco bovino e R\$ 6.000,00 de esterco de galinha

Por isso, os maiores custos foram com os fertilizantes orgânicos utilizados para adubação, esterco bovino e esterco de galinha,

encarregados por 65,16 % e 31,03 %, respectivamente da operação.

3.1.6 Custo da roçagem

Os custos fixos (R\$ ao ano) da roçagem foram: R\$ 81,00 com depreciação (roçadora) e R\$ 12,60 com manutenção. Os custos variáveis foram: R\$ 900,00 de mão de obra e R\$ 1.699,68 de combustível (gasolina mais óleo 2t). Portanto, a maior despesa dessa operação foi o uso de combustível, valor com participação superior a 60 % dos gastos.

3.1.7 Custo total das diversas operações no 1º ano

Na Tabela 4, foram apresentados os resultados obtidos no primeiro ano de cultivo conforme executadas as operações, envolvendo mão de obra, depreciação de máquinas e insumos utilizados. O custo do kg da pitaya por hectare foi de R\$ 3,32 e o preço médio do kg na venda *in natura* na região do Estado do Pará foi em média R\$ 5,00 de acordo com os varejistas locais.

Tabela 4. Valores do custo total por ano das diversas operações, e sua participação em porcentagem, para o primeiro ano de cultivo.

Descrição das operações	Custo 1º ano/ha	(%)
Limpeza da área e análise de solo.	1.400,00	2,60
Colocação das estacas	20.000,00	37,18
Plantio, correção e adubação de cova.	10.074,50	18,73
Adubação de manutenção	19.320,00	35,91
Amontoamento, condução e poda.	387,00	0,72
Roçagem	2.599,68	4,83
Depreciação dos equipamentos	16,38	0,03
Custo Total	53.797,56	100

Dentre as operações de maior valor real, a colocação das estacas foi responsável por 37,18 %, adubação de manutenção contribuiu 35,91 %, operações de semeadura, correção e adubação por cova 18,73 %, e as demais operações 8,18 %. No entanto, a produtividade estimada durante o primeiro ano foi de 16.200 kg.ha⁻¹, com receita total de R\$ 81.000,00 e lucro de R\$ 27.202,44, com margem de lucro de 50,57 %.

3.1.8 Custo das operações para o 2º ano de cultivo

Para o segundo ano de cultivo, espera-se que as operações tendam a diminuir, visto que a cultura já está implantada. Portanto, como demonstra a tabela 5, os custos principais seriam com adubação de manutenção e roçagem, que correspondem respectivamente a 86,55 % e 11,65 % dos custos, as demais operações somadas tem uma participação mínima de 1,8 %.

Tabela 5. Valores do custo total por ano das diversas operações, e sua participação em porcentagem, assim como a produtividade (kg.ha⁻¹), a receita total (R\$), o lucro (R\$) e a margem de lucro (%), para o segundo ano em Tomé-Açu/PA, 2019.

Descrição das operações	Custo 2º ano/ha	(%)
Adubação de manutenção	19.320,00	86,55
Amontoamento, condução e poda.	387,00	1,73
Roçagem	2.599,68	11,65
Depreciação dos equipamentos	16,38	0,07
Custo Total	22.323,06	100

Para mais, a produtividade estimada foi de 21.200 kg.ha⁻¹, com receita total de R\$ 106.000,00 e lucro de R\$ 83.676,94, com margem de lucro de 78,94%.

3.2 Análise Energética

De acordo com Comitre (1993) a conversão das entradas e saídas independente da unidade energética, permite o cálculo de eficiência energética. Os fluxos energéticos do sistema que podem ser apresentados em unidade de massa, tempo ou área, trazem uma análise da eficiência produtiva, e são estes indispensáveis para o cálculo da eficiência energética, onde a mesma é representada pela

quantidade de unidades de energia produzidas para cada unidade utilizada no processo de produção.

O autor reitera que a energia direta é a soma de todas as unidades calóricas vindas de fontes energéticas, biológicas e fósseis. Por outro lado, a energia indireta é utilizada para fabricação, transporte e armazenagem de bens e serviços que não são utilizados na produção das mercadorias.

3.2.1 Limpeza da área e colocação das estacas

Na limpeza do hectare, os gastos energéticos foram de 216,00 MJ apenas com a mão de obra ao ano, totalizando 100 % da

energia consumida. Na colocação das estacas, os gastos foram de 172,80 MJ, também com mão de obra ao ano, totalizando 100 % da participação.

3.2.2 Semeadura, correção e adubação de cova

As operações de energia direta demonstraram entradas culturais para fonte biológica de: 128,80 MJ para mão de obra (moderada), com 1,14 % de participação; 1.444,50 MJ de farinha de osso (20 % de P_2O_5), com 12,82 % de participação e 9.500,07 MJ de esterco bovino, com 84,34 % de participação. A entrada indireta para fonte industrial foi de 190,40 MJ de calcário, com 1,69 % de participação. Desse modo, o elevado dispêndio em energia biológica foi de 98,3 % de participação, e apenas 1,69 % de energia industrial.

3.2.3 Adubação de manutenção, amontoa, condução e poda

A operação contemplou apenas a energia direta. O consumo de energia foi distribuído em: esterco bovino, com entrada cultural de 26.600,07 MJ ha^{-1} , contribuinte a 86,87 % do processo; esterco de galinha com 3.800,07 MJ ha^{-1} , 12,41 %; e a mão de obra 220,80 MJ ha^{-1} , com somente 0,72 %. Contudo, os gastos energéticos para os processos de amontoa, condução e poda foram apenas com a mão de obra, com entradas culturais de 110,40 MJ ha^{-1} , portanto o total de 100 %.

3.2.4 Roçagem

Na operação de roçagem, o dispêndio de energia mais elevado foi através de energia direta de fonte fóssil, 12.526,70 MJ ha^{-1} , mais de 90 % de participação, e o restante de fonte biológica, com 552,00 MJ ha^{-1} , equivalente a 4,23 % de participação.

3.2.5 Dispêndio energético da produção de pitaya

A participação das diversas operações realizadas na implantação da cultura foi

distribuída em: limpeza da área 216,0 MJ ha^{-1} ; colocação das estacas 172,8 MJ ha^{-1} ; semeadura, correção e adubação 11.263,77 MJ ha^{-1} ; adubação de manutenção 30.620,94 MJ ha^{-1} ; amontoa, condução e poda 110,4 MJ ha^{-1} e roçagem 13.078,7 MJ ha^{-1} .

Além disso, é possível perceber que as operações que demandam mais energia, são as que fazem utilização de fertilizantes orgânicos ou combustível fóssil. Na semeadura, correção e adubação a participação foi de 20,31 %, adubação de manutenção 55,21 % e roçagem 23,58 %.

3.2.6 Matriz energética da produção de pitaya no 1º ano

A composição de dispêndio para energia direta de caráter biológico foi: 1.400,80 MJ de mão de obra, com 2,52 % de participação; 3.800,07 MJ de esterco de galinha, 6,85 % de participação; 36.100,14 MJ de esterco bovino, 65,09 % de participação; 1.444,50 MJ de farinha de osso (20 % de P_2O_5), com 2,60 % de participação, e direta de caráter fóssil: 12.526,70 MJ de gasolina, com 22,59 % de participação.

A energia indireta de distinção industrial foi de 190,40 MJ de calcário, com 0,35 % de participação. Contudo, considerando a produtividade estimada para o primeiro ano de 16.200 kg. ha^{-1} , a energia de produção foi de 33.913,08 MJ.

3.2.7 Matriz energética da produção de pitaya no 2º ano

No segundo ano, a previsão é de redução de entradas culturais devido a cultura já estar em campo. Os dados estruturais de dispêndio de energia direta de caráter biológico foram: 883,20 MJ de mão de obra, com 2,01 % de participação; 3.800,07 MJ de esterco de galinha, 8,68 % de participação; e 26.600,07 MJ de esterco bovino, 60,72 % de participação. De caráter fóssil, apenas a gasolina apresentou entradas culturais de 12.526,70 MJ, com participação de 28,59 %.

Então, estima-se um aumento na produtividade por hectare, possibilitando energia embutida na produção de 44.380,08

MJ, maior eficiência e produtividade cultural. Considerando que a produção deverá aumentar e produzir em média de 21.200,00 kg.ha⁻¹.

O maior consumo de energia nas duas matrizes energéticas foi de fertilizantes orgânicos e combustível, juntos representam mais que 80 %. Fato explicado pela quantidade aplicada de esterco bovino e de galinha usado na adubação e a gasolina utilizada na roçagem. Na primeira matriz, o gasto com energia indireta foi de 99,65 % e somente 0,35 % de energia direta. Já na segunda matriz, o gasto é inteiramente com energia indireta, composto por 100 % da participação.

Logo, a produção da pitaya foi dependente de fertilizantes orgânicos. Em todas etapas de produção, tanto na primeira, quanto na segunda matriz, houve pouco gasto energético com mão de obra, inferior a 5 %.

3.2.8 Eficiência e produtividade cultural

Na primeira matriz a eficiência cultural foi de 0,61 e na segunda matriz aumentou para 1,01. A entrada energética foi de 55.462,61 MJ no primeiro ano e 43.810,40 MJ no segundo ano, em que a maior parte do consumo energético esteve diretamente ligado ao uso de fertilizantes orgânicos, como o esterco bovino e esterco de galinha, e ao uso de combustível fóssil para roçagem. A saída energética da primeira matriz foi de 33.913,10 MJ, e na segunda esse valor aumentou para 44.380,08 MJ.

Os valores apresentados nesse trabalho foram inferiores aos encontrados por Furlaneto et al. (2014) na cultura do maracujazeiro, de 155.810,13 MJ ha⁻¹ em entradas e 587.700 MJ ha⁻¹ em saídas, bem como, eficiência cultural de 4,17, visto que o sistema é mecanizado e faz utilização de adubos químicos e defensivos agrícolas.

Comparando o estudo a demais culturas, o trabalho de Furlaneto et al. (2014) para a

cultura do maracujá apresentou produtividade cultural de 0,19 MJ/kg⁻¹. Já a pesquisa de Turco et al. (2018) para a cultura do café, teve produtividade cultural variável entre 0,02 a 0,03 MJ/kg. Nesse sentido, os resultados foram inferiores a matriz energética do primeiro e segundo ano de produção da pitaya, visto que os valores foram respectivamente de 0,29 MJ/kg⁻¹ e 0,49 MJ/kg⁻¹.

4 CONCLUSÃO

A partir dos parâmetros analisados, foi possível determinar que o sistema de plantio orgânico para a pitaya na região de Tomé-Açu/PA apresentou custo de produção no ano de implantação de R\$ 53.797,56 por hectare. A produtividade estimada foi de 16,2 toneladas por hectare, com receita total estimada, conforme o preço do kg do fruto *in natura*, de R\$ 81.000,00, resultando no lucro de aproximadamente R\$ 27.202,44.

No segundo ano, o valor de custo da produção decresceu para R\$ 22.323,06 e a produtividade tendeu a aumentar. Dessa maneira, estimada a produção de 21,200 toneladas, a receita total foi de R\$ 106.000,00 e lucro de R\$ 83.676,94.

Analisando os valores de custo de produção, as atividades que obtiveram maiores gastos foram de adubação e roçagem, e mesmo assim, a produção se mostrou viável para o cultivo da pitaya.

A eficiência cultural estimada foi de 0,61 no primeiro ano, e no ano seguinte de 1,01. Esse aumento gradativo é estimado de acordo com os anos de produção, aumentando até sua estabilização. Ainda, a produtividade cultural no primeiro ano foi de 0,29 MJ/kg⁻¹ e 0,49 MJ/kg⁻¹ no segundo ano. Por fim, avaliando a produção de pitaya, o maior consumo energético ocorreu na utilização de fertilizantes orgânicos de origem animal.

5 REFERÊNCIAS

BASSO, Z. F. C. **Análise energética da produção de leite bovino em explorações familiares na região de Botucatu-SP**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

CARVALHO, P. L. C.; VIANA, E. F. Suinocultura SISCAL e SISCON: análise e comparação dos custos de produção. **Custos e @gronegocio on line**, Recife, v. 7, n. 3, p. 2-20, 2011.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custos de produção agrícola: A metodologia da Conab**. Brasília, DF: Conab, 2010.

COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; MENEZES, T. P.; MOREIRA, R. A.; DUARTE, M. H. Adubação orgânica e *Lithothamnium* no cultivo da pitaya vermelha. **Semina: Ciências Agrárias**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 77-87, 2015.

FURLANETO, F. P. B.; ESPERANCINI, M. S. T.; MARTINS, A. N.; OKAMOTO, F.; VIDAL, A. A.; BUENO, O. C. Análise energética do novo sistema de produção de maracujá amarelo na região de Marília-SP. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 235-240, 2014.

JASPER, S. P. **Cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto**. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

LIMA, C. A. **Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do cerrado**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.

LIMA, E. B. **Contabilidade de custos**. Rio de Janeiro: Conselho Regional de Contabilidade do Estado do Rio de Janeiro, 2014.

LOPES, A. S. **Acidez do solo e calagem**. 3. ed. São Paulo: Anda, 1990. (Boletim Técnico, 1).

MARQUES, V. B. **Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]**. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

MARQUES, V. B.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MOREIRA, R. A. Custo de produção e rentabilidade na cultura da pitaya sob o efeito de adubação orgânica. **Científica**, Jaboticabal, v. 40, n. 2, p. 138-149, 2012.

MELLO, R. **Análise energética de agroecossistemas: o caso de Santa Catarina**. 1986. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1986.

PEREIRA, N. A. Variáveis de custos de produção da cana-de-açúcar e suas diferenças entre as regiões produtoras. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 10, n. 3, p. 757-774, 2017.

RAMOS, W. R. R.; REIS, G. M.; CUNHA, R. L. S.; TRINDADE, K. S. A.; OLIVEIRA, W. P.; AVIZ, M. A. B. Pitaya: O Manejo na Região de Tomé-Açu/PA. In: SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DA UFRA, 2.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2018, Tomé-

Açu. **Anais** [...]. Tomé-Açu: UFRA, 2018. p. 1-5. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/135933.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2021.

ROZANE, D. E.; NATALE, W.; BRUNETTO, G.; CIOTTA, M. N.; NOWAKI, R. H. D.; MELO, G. W. B. Diagnóstico da Composição Nutricional (CND) como critério de predição do estado nutricional de pereiras. *In: WORKSHOP SOBRE FRUTIFICAÇÃO E ADUBAÇÃO DE PEREIRAS*, 1., 2017, São Joaquim. **Anais** [...]. Florianópolis: Epagri, 2017. p. 103-116.

SANTOS, L. S.; NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B.; SILVA JÚNIOR, O. M. Paisagem rural da microrregião de Tomé-Açu sob a ótica bertrandiana. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 12, n. 7, p. 2694-2715, 2019.

SCHVEITZER, B.; PETRI, J. L. Exportação de nutrientes pela produção em pomares de frutas de clima temperado. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 8, p. 13408-13414, 2019.

TURCO, P. H. N.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C.; OLIVEIRA, M. D. M. Balanço energético dos sistemas de produção de café convencional e irrigado. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 73-80, 2018.

VALENTE, M. A.; WATRIN, O. S.; CASTRO, A. R. C. **Mapeamento Detalhado dos Solos da Fazenda Experimental da Embrapa Amazônia Oriental em Tomé-Açu, PA**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. (Documentos, 405).

WALTER, L. S.; VALENTE, V. Organização socioespacial da localidade de linha araçá, no município de Agudo, RS. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 61-78, 2010.