

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE AGROECOSSISTEMA ATRAVÉS DA ENERGIA CULTURAL

Josimar Ribeiro de Almeida¹, Afonso Rodrigues de Aquino² e Marina Basílio de Almeida³
1 - UFRJ – Escola de Engenharia - josimar@ppe.ufrj.br, 2 – IPEN-CNEN/SP araquino@ipen.br
3 - UFRJ - Escola de Química

RESUMO

A energia cultural envolve o conteúdo de energia embutida nos insumos e serviços utilizados na condução das lavouras, sendo função dos níveis tecnológicos utilizados pelos produtores, da própria cultura, onde cada uma tem suas particularidades e potencialidades, do índice de colheita e dos níveis de rendimento obtidos com relação à parte da fitomassa formada, chamada Produção Econômica. A energia cultural engloba os gastos com máquinas, animais e trabalho humano nos processos de plantio, pulverizações, adubações e colheita. Chamada de ECD (Energia Cultural Direta) e ECI (Energia Cultural Indireta) engloba a energia que foi gasta na fabricação (natural ou artificial) dos insumos, tais como sementes, fertilizantes e biocidas.

Para a estimativa da energia cultural de agroecossistemas, adotou-se como referência: à energia gasta na fabricação do trator e implementos agrícolas utilizados no preparo do solo, gastos energéticos de homem / dia de trabalho, consumo de combustível, inseticida, incluindo a produção e seu processamento, fabricação de P_2O_5 , elemento básico dos fertilizantes fosfatados.

Descritores: avaliação econômica, agrosistemas

INTRODUÇÃO

A energia cultural representa aproximadamente 4% da energia total gasta pelo homem. Difere e independe da energia radiante que as culturas utilizam nos processos fotossintético e transpiratório. Considerando-se a assimilação clorofiliana, a eficiência na utilização da luz solar (400 a 700nm) é muito baixa, (de 0,1 a 0,5% em condições de campo), dependendo da cultura e das condições do ambiente que ditam o substrato ecológico (Spedding et al.1981)[1]. Uma quantidade insignificante da energia do

sol que chega a Terra, representa porém a fixação de cerca de 50 bilhões de toneladas por ano.

ABSTRACT

Cultural energy comprehends the energy included in the insumes and the services employed in farming, depending on the technology used by producers on the culture itself, each one having their own particularities and potential, on the harvest and the yield obtained related to the formed phitomass, called Economical Production. Cultural energy comprehends the expenses with equipments, animals and human work in the process of planting, pulverizing, fertilizing and harvest. Called DCE (direct cultural energy) and ICE (indirect cultural energy) from the insumes, this includes seeds, fertilizers and agricultural pesticides. The cultural energy estimation was done taking as reference the energy spent in producing the tractor and the agricultural implements employed in the soil preparation, the human energetic expenditure in a working day, fuel and insecticide consumption, including their production and processing, and also the P_2O_5 fabrication, a basic element of phosphate fertilizers.

Key words: economical evaluation, agrosystem

reduzido a glicídeos, são necessários 112 cal de energia, sendo que as plantas superiores, por serem ineficientes, utilizam 10 eisnteins por molécula de CO_2 reduzida, o que envolve a energia de 520 cal. (Spedding et al., 1981)[1].

A energia cultural, por outro lado, envolve o conteúdo de energia embutida nos insumos e serviços utilizados na condução das lavouras, sendo função dos níveis tecnológicos utilizados pelos produtores, da própria cultura, onde cada uma tem suas particularidades e potencialidades, do índice de colheita e dos níveis de rendimento obtidos com relação à parte da fitomassa formada,

chamada Produção Econômica. Deste modo, a energia cultural engloba os gastos com máquinas, animais e trabalho humano nos processos de plantio, pulverizações, adubações e colheita. Chamada de ECD (Energia Cultural Direta) e ECI (Energia Cultural Indireta) engloba a energia que foi gasta na fabricação (natural ou artificial) dos insumos, tais como sementes, fertilizantes e pesticidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a estimativa da energia cultural direta (ECD) do agroecossistema estudado, adotou-se como referência: à energia gasta na fabricação do trator e implementos agrícolas utilizados no preparo do solo. Assumindo uma vida útil de dez anos, ficou a fração de 95.640 Kcal / ha / ano, sendo o gasto de referência de 18.700.000 Kcal / t. Para os cálculos dos gastos energéticos de homem / dia de trabalho, considerou-se a quantidade de 225 Kcal / hora de trabalho e oito horas de trabalho por dia e, para uma hora de trabalho de um boi, considerou-se o gasto de 1.575 Kcal. Com relação ao consumo de combustível, foi considerado o gasto de 7 litros / hora e com um tempo médio de quatro horas para preparar 1,0 ha. Considerou-se que 1 Kg de sementes usadas no pomar possui 4000 Kcal e 1 Kg de sementes 4200 Kcal. Um litro de óleo diesel, combustível de trator, possui 9.583 Kcal. Um litro de inseticida, incluindo a produção e seu processamento, demanda 4.950 Kcal e para a fabricação de 1 Kg de P_2O_5 , elemento básico dos fertilizantes fosfatados, na produção e processamento, consomem-se 3.344 Kcal. (Heichel, 1979; Stroskopf, 1981)[2],[3].

No caso da Energia Cultural Indireta (ECI) considera-se que a razão entre os calores sensível (H) e latente (λE) representa uma forma de estudar a partição de energia disponível (B), isto é: $\beta = H / \lambda E$. O valor de β depende fundamentalmente das condições hídricas da superfície evaporante do agroecossistema. Se a superfície estiver umedecida, maior parte de R_n será utilizada em λE , resultando em β pequeno. Se, pelo contrário, a superfície apresentar restrição hídrica, maior parte de R_n será utilizada no aquecimento do ar, resultando em β elevado.

Tanto λE como H são negativos quando fluem da superfície para o ar, e positivos no sentido contrário. Logo, para uma superfície evaporante, o sinal de β depende apenas do sinal de H. Se H for positivo, β será negativo; se H for negativo, β será positivo. Portanto, β negativo significa que está havendo transporte de calor sensível do ar mais quente para a superfície mais fria, condição de advecção ou de inversão térmica; nesse caso, λE pode até suplantiar R_n pois H representa um adicional de energia disponível à superfície evaporante.

Portanto, a equação do balanço de energia, para a vegetação do agroecossistema estudado, pode ser escrita da seguinte forma: $\lambda E = R_n - G / 1 + \beta$, para $\beta \neq 1$. À medida que β se aproxima de -1 essa equação torna-se indefinida. $\beta = -0,5$ parece ser o limite de confiança dessa equação. Pelo método aerodinâmico: $\lambda E = -K_e \rho \lambda (dq / dz)$. Analogamente, $H = -K_h \rho c_p (dT / dz)$. Logo $\beta = H / \lambda E = c_p (dT / dz) / \lambda (dq / dz)$. Pela definição de umidade específica ($q = 0,622 e_a / P$) a equação anterior resulta em: $\beta = \gamma dT / de_a$ em que $\gamma = cpP / 0,622\lambda$ é o coeficiente psicrométrico. Na prática, mede-se T e e_a em duas alturas acima da superfície evaporante; portanto, dT e de_a são aproximados pelas diferenças ΔT e Δe_a . Utilizando-se um conjunto psicrométrico obtém-se: $\Delta e_a = e_{a2} - e_{a1} = e_{su2} - e_{su1} - \gamma (T_{s2} - T_{s1}) + \gamma (T_{u2} - T_{u1})$.

Pela equação de Clausius-Clapeyron, que descreve a variação da pressão de saturação do ar em função da temperatura, obtém-se: $s = \Delta e_s / \Delta T_u = e_{su2} - e_{su1} / T_{u2} - T_{u1}$ em que s é a tangente à curva de saturação (gráfico psicrométrico); logo, $\Delta e_a = s \Delta T_u + \gamma \Delta T_u - \gamma \Delta T_s = \Delta T_u (s + \gamma) - \gamma \Delta T_s$. Substituindo-se Δe_a na equação de β resulta em: $\beta = \gamma \Delta T_s / \Delta T_u (s + \gamma) - \gamma \Delta T_s$; $\beta = [(s + \gamma / \gamma) (\Delta T_u / \Delta T_s - 1)]^{-1} = [\Delta T_u / (1 - W) \Delta T_s - 1]^{-1}$ em que $W = s / (s + \gamma)$ é o fator de ponderação (Webb, 1979)[4].

Para avaliação econômica considera-se que os desembolsos (Despesas de Investimentos) até o 4º ano, se aplicados alternativamente no mercado financeiro, produziria juros na razão de 6 % a.a. (Caderneta de Poupança). Este procedimento alternativo estabelece um custo de Oportunidade para o capital investido. Assim, para que cada desembolso corresponda a um montante ao final de (n - t) períodos, deve ser considerado no custo de formação do

agroecossistema. Conforme a NBR 8799/85, a expressão algébrica que melhor traduz o texto da Norma é: $VA_p = CF_p + VE_p$, onde: VA_p = Valor Atual (na data de elaboração do laudo) do agroecossistema avaliado, CF_p = Custo de Formação [Custo de Implantação (CI) + Custo de Manutenção (CM) + Custos de Oportunidade dos Desembolsos Efetuados ou Juros Produzidos (J)¹ à Taxa (i)]. O Custo de Formação é estabelecido com base na seguinte expressão:

$$CF_p = CI_t \cdot (1+i)^{n-t} + \sum_{t=0}^n CM_t \cdot (1+i)^{n-t}$$

Enquanto o Valor Econômico do agroecossistema avaliado (VE_p), é obtido através da expressão $VE_p = RL \cdot \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \right] - r \cdot \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \right]$. Onde: RL = Fluxo de Receitas Líquidas Futuras, $RL = RL_1 = RL_2 = \dots = RL_n$, com $t = 0, 1, 2, \dots, n$, períodos; r = Coeficiente de risco associado a queda no Fluxo de Receitas Líquidas decorrentes de queda na produção e/ou redução no preço do produto no mercado.

(taxa de 10% à variável risco) e o Fator de Valor Presente para uma série uniforme de pagamentos (ou rendimentos) futuros é dado por $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \right]$. Reorganizando os termos da expressão VE_p , obtém-se: $VE_p = (1-r) \cdot RL \cdot \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \right]$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o agroecossistema estudado, obteve-se os seguintes dados para o balanço de energia cultural indireta: $z = 50$ cm, $T_u = 24,4^\circ\text{C}$, $T_s = 29,6^\circ\text{C}$; $z = 80$ cm, $T_u = 23,9^\circ\text{C}$, $T_s = 29,0^\circ\text{C}$; $R_n = 630 \text{ W m}^{-2}$; $G = 74,6 \text{ W m}^{-2}$. Considerando:

$$\beta = (\Delta T_u / \Delta T_s (1 - W) - 1)^{-1} ; \quad \Delta T_u = 0,5 ; \quad \Delta T_s = 0,6 ; \quad W = 0,483 + 0,01 \text{ e } T_u = 0,483 + 0,01 (24,4 + 23,9 / 2) = 0,725 \text{ então } \beta = 0,495 ; \quad \lambda E = 630 - 74,6 / 1 + 0,495 = 371,5 \text{ W m}^{-2} \text{ e } Et = 0,542 \text{ mm hr}^{-1}.$$

Tabela 1. Estimativa da energia cultural dos serviços e insumos do agroecossistema

Serviços ou Insumos	Unidade	Entrada de Energia por Unidade (K cal)
Destocamento, ençoivamento e queima	d / h	1800
Preparo do solo	h / tr	23.910
Marcação, coveamento e plantio	d / h	1800
Capinas e Cultivador		
Retosques à enxada	d / h / boi	14.400
Desbaste	d / h	1800
Pulverização	d / h	1800
Colheitas	d / h	1800
Controle dos ramos	d / h	1800
Semente	Kg	4200
Defensivos Agrícolas	litro	4950
Combustível	litro	9583

Tabela 2 Dados Agronômicos e Quadro Financeiro (Fluxo de Caixa Esperado)

Densidade de Plantio	212 plantas/ha
Produtividade Média Esperada	560 caixas/ha
Horizonte de Produção (formação/declínio)	9 anos
Período de Formação	4 anos
Época de Avaliação	5º ano (anterior à 1ª safra)
Preço da Caixa de cultivares	\$ 2,30
Ponto de Nivelamento do Pomar	9º ano (a partir de sua implantação)

Tabela 3 - Fluxo financeiro (Formação, Produção, Receita) na avaliação do Agroecossistema desde ano inicial até ponto de investimento

Anos	Custo de Formação / Produção (\$)				Custo Total	Receita Bruta	Receita Líquida
	Período de Formação		Período de Produção				
	(CI) Impl. (1)	(CM) Manut. (2)	Div. (3)	Manut. (4)	(1+...+4)	2,30 . 560	Total
0	376.75				376.75		-376.75
1		300.00			300.00		-300.00
2		378.37			378.37		-378.37
3		558.42			558.42		-558.42
4		731.83			731.83		-731.83
5				782,89	782,89	1,288.00	505.11
6				782,89	782,89	1,288.00	505.11
7				782,89	782,89	1,288.00	505.11
8				782,89	782,89	1,288.00	505.11
9				782,89	782,89	1,288.00	505.11
Fluxo total líquido ao final de 9 anos (ponto de nivelamento)						180,18	

$CF_p = \$ 2.736,74 / \text{ha}$, Para o presente, tem-se então; $VE_p = (1 - 0,10) \cdot 505,11 \cdot [(1 + 0,06)^4 -$

Os juros mais os valores desembolsados, estabelecem, ao final do período analisado, um montante, razão pela qual na fórmula CF_p utilizou-se o fator de valor futuro $(1,06)^n$, diretamente sobre estes desembolsos. Tem-se, então; $CF_p = 376,75 \cdot (1,06)^5 + 300,00 \cdot (1,06)^4 + 378,37 \cdot (1,06)^3 + 558,42 \cdot (1,06)^2 + 731,83 \cdot (1,06)^1 \therefore$

$1 / 0,06 \cdot (1 + 0,06)^4] = \$ 1.575,23 / \text{ha}$. Portanto, da equação VA_p , tem-se o valor atual, para o Agroecossistema avaliado economicamente, através de energia cultural, em $VA_p = CF_p + VE_p = 2.736,74 + 1.575,23 = \$ 4.311,97 / \text{ha}$.

REFERÊNCIAS

- [1] Spedding, C. R. W. ; Walsingham, J. M. ; Hoxey, A. M. Biological efficiency in agriculture. London: Academic Press, 1981.
- [2] Heichel, G. H. Comparative efficiency of energy use in: crop production. New Haven: Connecticut Agr. Exp. Station. 1979. 26 p. (Connecticut Bull., 739)
- [3] Stoskopf, N. C. Understanding crop production. Reston, Virginia: Reston Publishing Company, 1981, p. 279-310.
- [4] Webb, E. K. 1979. Profile relationships: The log wear range and extension to strong stability. Quarterly Journal Royal Metodology Society, 96: 67-90.

AGRADECIMENTO

FAPERJ