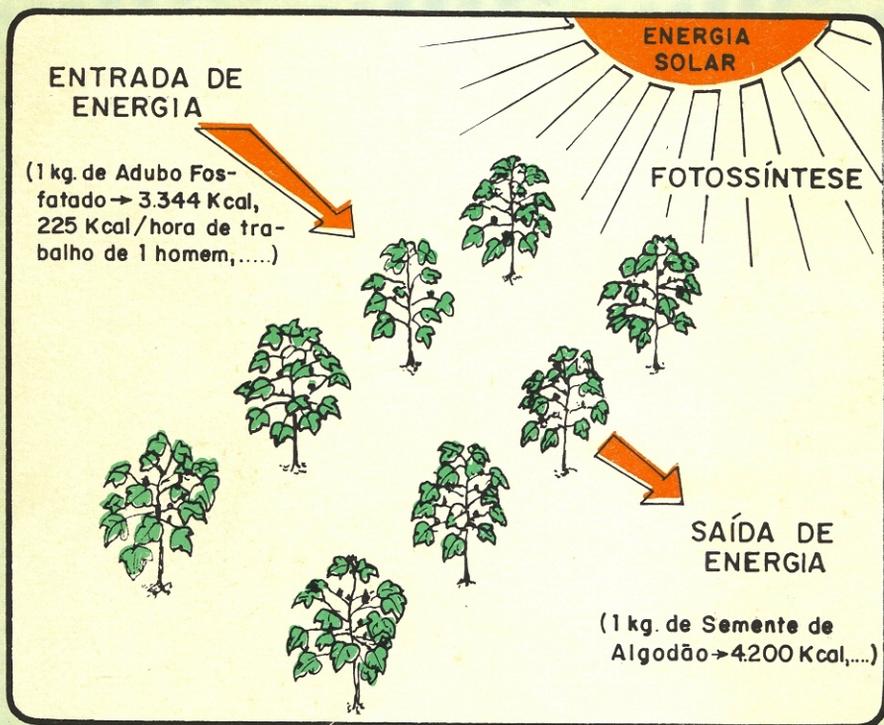


**ESTIMATIVA DA ENERGIA CULTURAL  
NA COTONICULTURA ARBÓREA NO NORDESTE BRASILEIRO,  
COMPARANDO-SE O MOCÓ TRADICIONAL COM O PRECOCE**



ESTIMATIVA DA ENERGIA CULTURAL  
NA COTONICULTURA ARBÓREA NO NORDESTE BRASILEIRO,  
COMPARANDO-SE O MOCÓ TRADICIONAL COM O PRECOCE

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão  
Demóstenes Marcos Pedrosa de Azevêdo  
Laudemiro Baldoíno da Nóbrega  
Maria Regina Beltrão Lacerda



Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária - **MAARA**  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **EMBRAPA**  
Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - **CNPA**  
Campina Grande - Paraíba

CULTURAL ENERGY ESTIMATION ON PERENNIAL COTTON  
IN NORTHEASTERN BRAZIL,  
CONTRASTING TRADITIONAL AND SHORT-CYCLE CULTIVARS

ABSTRACT: The beginning of 90 was marked by the energy crisis and the global ecological conscientiousness which in turn raised the importance of cultural energy. The aim of this research was to investigate the cultural energy efficiency in perennial cotton in Northeastern Brazil. Two different kinds of perennial cotton were used, an early-maturing-short-cycle type (190 day first year) and a long-cycle traditional one (220 day). It was observed that, in the first year, the cultural efficiency was at a medium level (5,0) and raised to a maximum in the second and third year cycles (14,74) for the short-cycle type. For the long-cycle traditional type, the maximum efficiency (20,0) was obtained at the fifth year cycle.

Key words: *Gossypium hirsutum* L.r. *marie galante*, perennial cotton, long fiber, Seridó, energy, field.

## INTRODUÇÃO

Na região do Seridô, que envolve parte dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, e em outras de clima e solos semelhantes que ocorrem no Nordeste brasileiro (Freire et al. 1990), uma das poucas opções agrícolas é o cultivo do algodoeiro arbóreo (*Gossypium hirsutum* L.r. *marie galante* Hutch.) que é uma planta perene, de ciclo econômico de cinco anos e dotado de elevada capacidade de resistência à seca (Pinheiro et al. 1970). Tanto no Seridô quanto nas áreas similares ao Alto Sertão de Pernambuco e ao Sertão dos Inhamús, no Ceará, não há excedente hídrico em nenhum mês do ano, tendo-se deficiência no balanço hídrico (Ortolani & Silva, 1965), os solos são rasos e pedregosos, tendo-se elevada luminosidade, com mais de 2500 h/ano de brilho solar (Duque 1973 e EMBRAPA, 1989). Há aproximadamente 15 anos existem, no Nordeste, mais de 2,5 milhões de hectares plantados com o algodoeiro arbóreo, chamado, a partir de 1985, de *tipo tradicional*, representado por cultivares de ciclo longo, mais do que 220 dias/ano, para diferenciar das cultivares modernas, denominadas *precoces*, de ciclo curto, menor que 190 dias/ano. Em função de diversos problemas, como baixos preços pagos ao produtor, agravamento da deficiente comercialização e o estabelecimento do bicudo (*Anthonomus grandis* Bohem) como praga, entre outros, a área plantada foi sendo reduzida, e em 1991 estava a somente 345.000ha (Cavalcante et al. 1992). Em função disto, a região, que era produtora e exportadora de fibra de algodão, há pouco mais de dez anos passou a ser grande importadora de fibra, produzindo somente 15% de suas necessidades, que em 1992, foram da ordem de 280.000t de pluma, com perspectivas para 400.000t no ano 2000. Visando ao soerguimento da cultura do algodoeiro arbóreo, os pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - CNPA, desenvolveram cultivares precoces de boas qualidades de fibra, que atendem às necessidades da indústria têxtil nacional e apresentam capacidade de produção bem maior que as cultivares tradicionais, além de apresentarem o ciclo bem mais curto, característica importante para a convivência com o bicudo (EMBRAPA, s.d.a, b e c). Tais cultivares, como a CNPA 3M, a CNPA 4M e a CNPA 5M, respondem aos insumos, em especial à adubação, tendo comportamento bem diferentes das tradicionais, como a MF<sub>4</sub>, a SC 9193 e a C 71.

Atualmente, um dos aspectos que vêm sendo estudados nos sistemas agrícolas é a chamada energia cultural e sua eficiência. Esta fração da energia, que representa de 3 a 4% da energia total gasta pelo homem (Gutjahr 1985), 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 de ambiente que ditam o substrato ecológico [Wassink, citado por Mota (1976) e Spedding 1981], sendo assim uma quantidade insignificante da energia do sol que chega ao nosso planeta, porém representa a fixação de cerca de 50 bilhões de toneladas de carbono por ano (Nobel 1974). Para cada mol de CO<sub>2</sub> que é reduzido a carboidratos, são necessários 112.000 cal de energia, sendo que as plantas superiores, por serem ineficientes, utilizam 10 eistons por molécula de CO<sub>2</sub> reduzida, o que envolve a energia de 520.000 cal (Bonner 1962).

A energia cultura, por outro lado, envolve o conteúdo de energia enclausurada 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 homens nos processos de plantio, pulverizações, adubações e colheita, chamada E.C.D (*Energia Cultural Direta*) e E.C.I (*Energia Cultural Indireta*) que engloba a energia que foi gasta na fabricação (natural ou artificial) dos insumos, como sementes, fertilizantes, pesticidas. Como em nosso país praticamente inexistem informações detalhadas sobre a energia cultural empregada nos cultivos especialmente na cotonicultura, e como as cultivares arbóreas precoces são bem diferentes das de ciclo tardio, chamadas *tradicionais*, inclusive requerendo um sistema de produção diferenciado, com o uso de fertilizantes, espaçamentos e configurações de plantio diferentes, realizou-se o presente estudo, que objetivou estimar a energia cultural e sua eficiência em todos os anos do ciclo econômico do algodoeiro arbóreo e comparar o tipo tradicional com os tipos precoces (CNPA 3M, CNPA 4M e CNPA 5M) recomendadas atualmente para o plantio, no que diz respeito à energia cultural.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a estimativa da energia cultural na cultura do algodoeiro arbóreo, cultivares "tradicionais" de ciclo médio ou longo (acima de 220 dias) e precoces (menos de 190 dias) da emergência à colheita no primeiro ano do ciclo, utilizaram-se os dados fornecidos por Pimentel et al. (1973), Heichel (1974), Biswas & Biswas (1976) e Stoskopf (1981), que foram os seguintes: com referência à energia gasta na fabricação do trator e implementos agrícolas utilizados no preparo do solo, e 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 dia/homem 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, 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 1,0ha. Considerou-se que 1,0kg de sementes de milho possui 3964,7Kcal, 1,0kg de sementes de feijão 4000,0Kcal e 1,0 kg de sementes de algodão 4200,0Kcal. Um litro de óleo diesel, combustível do trator, possui 9.583Kcal. Um litro de inseticida, incluindo a produção e seu processamento, demanda 4.950Kcal e para a fabricação de 1kg de  $P_2O_5$ , elemento básico dos fertilizantes fosfatados, na produção e processamento, consomem-se 3.344Kcal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 pode ser observado, por itens de serviços, os insumos e o total de estimativa da energia cultural e sua eficiência na cultura do algodoeiro arbóreo do tipo tradicional de primeiro ano do ciclo, ano considerado o de maior custo econômico. Verifica-se que o valor obtido para a eficiência (5,02) foi praticamente igual ao observado para o algodoeiro arbóreo precoce, também de primeiro ano de ciclo, conforme pode ser visto na Tabela 2. Confrontando-se as Tabelas 1 e 2, verifica-se que, mesmo com nível semelhante de eficiência, o consumo de energia cultural foi cerca de 24,74% maior no algodoeiro precoce que no tradicional, com uma diferença absoluta de 1.050.000Kcal. Tal fato ocorreu devido aos fatores que interferem na eficiência cultural

pois, embora mais produtivo (400 kg/ha de algodão em caroço), no algodoeiro precoce ocorreu maior adição de energia cultural no sistema, especialmente fertilizantes e inseticidas, o que contribui para eficiências semelhantes serem obtidas. Considerando-se os segundo e terceiro anos do ciclo econômico do algodoeiro arbóreo, verifica-se, nas Tabelas 3 e 4, referentes, respectivamente aos tradicional e precoce, em que este, mesmo gastando um pouco mais de energia cultural, apresentou eficiência maior de 14,74 contra 11,04 do tradicional, em razão de sua maior produtividade econômica (parte útil da planta, no caso fibras + sementes) com uma saída de energia 37,5% maior (2.520.000 Kcal contra 1.575.000 Kcal do tradicional).

Com relação à cultura de quarto e quinto anos do ciclo, verifica-se, na Tabela 5, que gasto de energia no arbóreo precoce ainda é razoável, pois o rendimento obtido justifica o maior uso de insumos do que o que era recomendado para o modo tradicional. A eficiência no caso do arbóreo precoce, foi de 9,84, média dos quarto e quinto anos, enquanto no arbóreo tradicional chegou a 20,00, conforme pode ser observado na Tabela 6 para o quinto ano do ciclo, onde se recomendava o roço (corte da vegetação nativa rente ao solo), pouco antes da fase de reprodução da cultura. Uma eficiência de 20 significa que, para cada Kcal de energia cultural colocada no sistema, via serviços e/ou insumos, são produzidos 20 Kcal na forma de produção econômica da cultura que, no caso do algodoeiro, é o algodão em caroço. É necessário se dizer que, quando predominava o arbóreo tradicional no Nordeste, com rendimento médio, a nível de produtor, muito baixo, menor que 200 kg/ha de algodão em caroço, na média dos cinco anos de vida útil da planta, em função de não se gastar quase nada, sem o uso de fertilizantes, nada ou quase nada de inseticidas, uso do roço logo a partir do segundo ano do ciclo etc., a eficiência da energia cultural era possivelmente muito maior que a estimada neste trabalho para este tipo de algodão tradicional. Esta exploração, realizada por muitos anos e ainda atualmente existente no Nordeste brasileiro tem, hoje, a nível mundial, o nome de "algodão orgânico". O cultivo deste tipo de algodão no Nordeste era, assim, um dos mais eficientes do mundo em termos de energia cultural. Há registros na literatura, como o de Heichel (1974) de eficiência cultural de 17,3 na cultura do arroz, nas Filipinas, com uso intensivo de mão-de-obra de baixíssimo custo (Tabela 7). Por outro lado, mesmo com rendimentos elevados, a eficiência cultural pode ser baixa, como o caso

da beterraba na Califórnia, USA, com valor de 0,8, conforme pode ser observado na Tabela 7, ou seja, gasta-se 1,2 Kcal de energia para cada Kcal que sai do sistema, sendo assim extremamente ineficiente.

## CONCLUSÕES

- A eficiência da energia cultura na cultura do algodoeiro arbóreo, independentemente de ser do tipo tradicional ou precoce na média do seu ciclo de vida útil, é considerada boa, de 10,96.

- Tanto no algodoeiro arbóreo tradicional quanto no precoce a eficiência da energia cultural é menor no primeiro ano do ciclo, com valores de 5,02 e 5,13, respectivamente.

- No algodoeiro arbóreo precoce a eficiência cultural é máxima nos segundo e terceiro anos do ciclo, com média de 14,74, devido à elevada produtividade para as condições oligotróficas do Nordeste (especialmente a região do Seridó), cerca de 600 kg/ha de algodão em caroço e baixo uso de energia cultural, cerca de 171.000 Kcal/ha/ano.

- No algodoeiro arbóreo tradicional, de ciclo médio-longo, a eficiência cultural atingia 20,0 no quinto ano do ciclo, um dos maiores valores registrados na agricultura mundial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRÃO, N.E. de M.; AZEVEDO, D.M.P. de. Comportamento do algodoeiro arbóreo em diferentes épocas de adubação em ambiente oligotrófico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.18, n.5, p.489-497, 1983
- BISWAS, A.K. & BISWAS, M.R. Energy and food production. Agro systems, v.2. p.195-210, 1976
- BONNER, J. Upper limit of crop yield. Science, v.137, p.11-15, 1962
- CAVALCANTE, J.J.; SANTOS, R.F. dos.; DUARTE, C.L.G. Banco de dados de algodão (em caroço). Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1992. 8p.
- DUQUE, G. O Nordeste e as lavouras xerófilas. Fortaleza: BNB, 1973. 238p
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande PB) "CNPA 3M" cultivar de algodoeiro mocô precoce para uso no Serido (áreas infestadas pelo bicudo). Campina Grande, 19--a (Folder)
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande PB) "CNPA 4M" cultivar de algodoeiro mocô precoce. Campina Grande: 19--b (Folder)
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande PB). Cultivar "CNPA 5M" de algodoeiro mocô precoce. Campina Grande: 19--c (Folder)
- EMBRAPA. Departamento de Estudos e Pesquisa. Diagnóstico e prioridades de pesquisa em agricultura irrigada: Região nordeste Brasília: 1989. 526p. (EMBRAPA-DPL. Documentos, 9)
- FREIRE, E.C.; VIEIRA, D.J.; ANDRADE, F.P. de.; MEDEIROS, J. da C.; NÓBREGA, L.B. da.; NOVAES FILHO, M. de B.; BRAGA SOBRIHO, R. Cultura do algodoeiro mocô precoce. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1990. 26p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 15)
- GUTJAHR, V. Alimentação mundial e outros agroquímicos. Frankfurt, Alemanha: Hoechst, 1985. 15p. (Hoechst- Agroinforme, 3)

- HEICHEL, G.H. Comparative efficiency of energy use in: crop production. New Haven: Connecticut Agr. Exp. Station. 1974. 26 p. (Connecticut Bull., 739)
- MOTA, F.S. da. Meteorologia agrícola. São Paulo: Nobel, 1976. 376p.
- NOBEL, P.S. Introduction to biophysical plant physiology. San Francisco, California: W.H. Freeman and Company, 1974. 487p.
- ORTOLANI, A.A.; SILVA, N.M. da. Clima das zonas algodoeiras do Brasil. In: NEVES, O. da S. et al. Cultura e adubação do algodoeiro. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa. 1965. p. 235-253
- PIMENTEL, D.; HURD, L.E.; BELLOTTI, A.C.; FORSTER, M.J.; OKA, I. N.; SHOLES, O.D.; WHITMAN, R.J. Food production and the energy crisis. Science, v.182, p.433-449, 1973
- PINHEIRO, D.M.; FOURNIER, J.; TRELLU, A. Fisiologia e relação do algodoeiro perene mocô (1). Relações entre as produções anuais e a produção total. Pesquisa Agropecuária Nordeste, v.2, n.2, p.5-9, 1970
- SPEEDING, C.R.W.; WALSHINGHAM, J.M.; HOXEY, A.M. Biological efficiency in agriculture. London: Academic Press, 1981
- STOSKOPF, N.C. Understanding crop production. Reston, Virginia: Reston Publishing Company, 1981, p.279-310

TABELA 1. Estimativa da energia cultural e sua eficiência na cotonicultura arbórea tradicional de 19 ano de ciclo em sistema consorciado com milho e feijão vigna. Coeficientes técnicos de 1979\*

Serviços ou Insumos	Unidade	Quantidade	Entrada de Energia (K cal)
01. Destocamento, encoivramento e queima	d/h	18	32.400
02. Preparo do solo	h/tr	04	95.640
03. Marcação, coveamento e plantio	d/h	05	9.000
04. Capinas			
- Cultivador	d/h/boi	03	43.200
- Retoques à enxada	d/h	20	36.000
05. Desbaste	d/h	04	7.200
06. Pulverização	d/h	02	3.600
07. Colheitas	d/h	16	28.800
08. Poda dos ramos mortos e queima	d/h	06	10.800
09. Sementes			
- Algodão	kg	10	42.000
- Milho	kg	08	20.480
- Feijão	kg	06	23.760
10. Defensivos	litro	02	9.900
11. Combustível	litro	28	268.324
<b>Total Entrada</b>			<b>631.104</b>
<b>SAÍDA</b>			
Algodão	kg/ha	100	420.000
Milho	kg/ha	400	1.584.000
Feijão	kg/ha	300	1.188.000
<b>Total Saída</b>			<b>3.192.000</b>
<b>Eficiência</b>			<b>5,02</b>

\* Coeficientes técnicos recomendados pelo CNPA em 1979, quando eram utilizadas as cultivares SC9193 e o Bulk C-71, de ciclo longo, mocô tradicional, espaçamento de 2,0m x 1,0m, colocando-se em média 20 sementes/cova

TABELA 2. Estimativa da energia cultural e sua eficiência na cultura do algodoeiro arbóreo precoce de 1º ano de ciclo, em sistema consorciado com milho e feijão vigna, com base nos coeficientes técnicos recomendados por Freire et al. (1990)

Serviços ou Insumos	Unidade	Quantidade	Entrada de Energia (K cal)
01. Destocamento, encoivramento e queima	d/h	18	32.400
02. Preparo do solo	h/tr	04	95.640
03. Marcação, coveamento e plantio	d/h	06	10.800
04. Capinas - cultivador	d/h/boi	03	43.200
- retoques a enxada	d/h	30	54.000
05. Desbaste e aplicação de adubos	d/h	06	10.800
06. Amostragem de pragas e catação de botões florais	d/h	04	7.200
07. Pulverizações	d/h	04	7.200
08. Colheitas	d/h	20	36.000
09. Poda e queima dos restos culturais	d/h	08	14.400
10. Sementes - algodão	kg	10	42.000
- milho	kg	05	19.800
- vigna	kg	08	31.680
11. Fertilizante (40 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg	200	133.760
12. Defensivos	Litro	04	19.800
13. Combustível	Litro	28	268.324
<b>T O T A L</b>			<b>827.004</b>
<b>SAÍDA</b>			
Algodão	kg/ha	300	1.470.000
Milho	kg/ha	300	1.188.000
Feijão	kg/ha	400	1.584.000
<b>T O T A L</b>			<b>4.242.000</b>
<b>Eficiência</b>			<b>5,13</b>

TABELA. 3 Estimativa da energia cultural e sua eficiência na cultura do algodoeiro arbóreo tradicional do 2º ano e 3º ano do ciclo. Coeficientes técnicos recomendados em 1979 pelo CNPA.

Serviços ou Insumos	Unidade	Quantidade	Entrada de energia (Kcal)
1. Capinas			
.cultivador	d/h/boi	03	43.200
.retoque à enxada	d/h	18	32.400
2. Pulverizador	d/h	04	7.200
3. Colheita	d/h	20	36.000
4. Poda e queima dos restos culturais	d/h	05	9.000
5. Defensivos	L	03	14.850
TOTAL			142.650
Saída*			
(Algodão 375kg/ha)			1.575.000
Eficiência			11,04

\*No 4º ano, a produtividade esperada cai para 200kg/ha de algodão em caroço, ficando a eficiência cultural em 6,64, considerando nos cálculos a redução do número de d/h para colheita.

TABELA 4. Estimativa da energia cultural e sua eficiência na cultura do algodoeiro arbóreo precoce de 2º ano e 3º ano do ciclo, coeficientes técnicos definidos por Freire et al. (1990).

Serviços ou Insumos	Unidade	Quantidade	ENTRADA D ENERGIA (Kcal)
1. Capinas			
.cultivador	d/h/boi	2	28.800
.retoques a enxada	d/h	16	28.800
2. Amostragem de pragas e catação de botões florais	d/h	7	12.600
3. Pulverizações	d/h	5	9.000
4. Colheita	d/h	30	54.000
5. Poda e queima do res_ tos culturais	d/h	10	18.000
6. Defensivos	L	4	19.800
TOTAL			171.000
Saida (Algodão 600 Kg/ha)			2.520.000
Eficiência			14,74

TABELA 5. Estimativa da energia cultural e sua eficiência na cultura do algodoeiro arbóreo precoce de 4º ano e de 5º ano do ciclo, com base nas recomendações técnicas de 1992 do CNPA

Serviços ou Insumos	Unidade	Quantidade	Entrada de Energia (kcal)
1. Capinas			
-cultivador	d/h/boi	2	28.800
-retoque à enxada	d/h	16	28.800
2. Amostragem de pragas e catação de botões florais	d/h	7	12.600
3. Pulverizações	d/h	5	9.000
4. Colheita	d/h	18	32.400
5. Poda e queima dos restos culturais	d/h	10	18.000
6. Defensivos	L	4	19.800
<b>TOTAL</b>			<b>149.400</b>
Saída (Algodão 350 Kg/ha)			1.470.000
<b>Eficiência</b>			<b>9,84</b>

TABELA 6. Estimativa da energia cultural e sua eficiência na cultura do algodoeiro arbóreo tradicional de 59 ano. Coeficientes técnicos recomendados em 1979 pelo CNPA.

Serviços ou Insumos	Unidade	Quantidade	Entrada de energia (K cal)
1. Roço e Coroamento	d/h	05	9.000
2. Pulverização	d/h	02	3.600
3. Colheita	d/h	05	9.000
4. Defensivos	L	02	9.900
TOTAL			31.500
Saida (Algodão 150Kg/ha)			630.000
Eficiência			20,00

TABELA 7. Energia Cultural e sua eficiência por hectare e por ciclo de várias culturas

Cultura	Produtividade (kg/ha)	Entrada de Energia Cultural		Eficiência Saída/Entrada
		K Joules (10 <sup>3</sup> )	Kcalorias	
Milho (grão) (Illinois, USA, 1969)	5.236	53.281	5.136	4,4
Milho (Silagem) (Iowa, USA, 1969)	7.837	62.431	6.018	5,3
Arroz (USA, 1970)	4.095	123.824	11.936	1,4
Arroz (Filipinas, 1970)	1.539	3.434	331	17,3
Sorgo (grão) (Kansas USA, 1970)	3.211	27.211	2.623	5,3
Amendoim (North Carolina USA, 1970)	2.282	120.048	11.572	1,4
Beterraba Açucareira (California, USA, 1970)	2.171	91.799	8.849	0,8

FONTE: De Heichel (1974), modificada pelos autores.