



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



**ANÁLISE COMPARATIVA DO BALANÇO ENERGÉTICO DO MILHO
EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

**SILENE MARIA DE FREITAS; MARLI DIAS MASCARENHAS
OLIVEIRA; CARLOS EDUARDO FREDO;**

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

SÃO PAULO - SP - BRASIL

silene@iea.sp.gov.br

APRESENTAÇÃO COM PRESENÇA DE DEBATEDOR

**AGRICULTURA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

**ANÁLISE COMPARATIVA DO BALANÇO ENERGÉTICO DO MILHO
EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

**GRUPO DE PESQUISA: Agricultura, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Sustentável**

Forma de Apresentação: **Apresentação com presidente da sessão e com a
presença de debatedor**



ANÁLISE COMPARATIVA DO BALANÇO ENERGÉTICO DO MILHO EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO

RESUMO:

A partir da matriz de coeficientes técnicos produzidas pelo Instituto de Economia Agrícola, de informações fornecidas por fabricantes de máquinas e equipamentos e de fontes bibliográficas, analisou o balanço energético da produção agrícola de milho, em sistema de plantio direto, para a safra 2005/2006 no estado de São Paulo. Os resultados foram comparados com os obtidos em plantio convencional, na safra 1987/88 e apresentados por ULBANERE (1988). O consumo energético total no plantio direto é menor que no sistema convencional (cerca de 400.000kcal.ha-1). Grande parte dos insumos envolvidos na cultura do milho são, ainda, provenientes de energia fóssil, configurando grande dependência e vulnerabilidade dos sistema de produção. Assim, avanços na redução do custo energético voltam-se para a questão dos nutrientes e consumo de combustíveis fósseis. Nesses casos, sugere-se como alternativas o uso de nutrientes orgânicos e as práticas de rotação e/ou consórcio de leguminosas e, ressalta-se a importância das pesquisas sobre biodiesel e de sua inclusão em nossa matriz energética. A dependência dos resultados de balanços energéticos à “produtividade” da cultura não o caracteriza como ideal para subsidiar decisões de políticas bioenergéticas que se fundamentem na viabilidade técnica dos cultivos de biomassa.

PALAVRAS-CHAVE:

Meio ambiente, agroenergia, milho, energia na agricultura, balanço energético.

ANÁLISE COMPARATIVA DO BALANÇO ENERGÉTICO DO MILHO EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Grupo de Pesquisa: Agricultura, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

1. INTRODUÇÃO

Iniciada nos países desenvolvidos, após a II Guerra Mundial, a Revolução verde objetivava aumentar a produção de alimentos e, assim, baratear os preços dos produtos e elevar as exportações.

Tal revolução não se expandiu igualmente e concomitantemente para todos os países. Em muitos, ela nem chegou perto. No Brasil, a revolução verde tardou quase vinte anos para implementar-se, onde alicerçada pelo Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), acresceu à agricultura a função de assegurar o Programa Brasileiro de Substituição às Importações, subsidiando a consolidação dos complexos agroindustriais.

A obtenção do crédito rural, por parte dos agricultores, impunha o aceite de recomendações, regras e incentivos para o uso de produtos químicos e implementos agrícolas que, supostamente, elevariam a produtividade da terra. Os extensionistas rurais ao divulgarem as técnicas, padronizaram os sistemas de produção agrícola, que por sua vez levaram à padronização de produtos: as *commodities*.

O crescimento das atividades agrícolas baseado no uso intensivo de insumos e equipamentos aumentou a oferta das *commodities*, causando redução nos preços domésticos e internacionais das mesmas. Assim, a revolução verde cumpriu o seu objetivo mas vitimou grande parte de seus atores. Com a queda dos preços, enquanto boa parte dos produtores rurais descapitalizados migravam para o setor urbano, outros, para assegurarem-se de uma rentabilidade mínima, continuavam contribuindo para a derrocada dos preços agropecuário (do qual são vítimas) adotando tecnologias que aumentassem a produção e assim, expandiram a fronteira agrícola, estimularam a perda de biodiversidade, degradaram solos, poluíram rios e contribuíram para a o aumento da poluição global.

A "Revolução Verde" não foi capaz de conciliar a redução dos preços agrícolas com melhoria do nível de vida sequer dos agricultores. Muitos dos quais não têm como colocar-se frente aos grandes complexos transnacionais, que mantêm as margens de lucro transferindo para os agricultores o ônus da redução relativa dos preços agrícolas. Além disso, introduziu tecnologias de clima temperado e insumos provenientes de energia fóssil, conferindo grande dependência e vulnerabilidade dos sistema agropecuários aos derivados do petróleo o que, muitas vezes, tem impactos negativos nos custos de produção agrícola, motivando queda na rentabilidade dos agricultores.

Conforme mencionado em Carmo et al. (1995), “as desigualdades observadas em todo o planeta quanto ao progresso econômico, justiça social e qualidade ambiental, mobilizaram a atenção de líderes mundiais no sentido de questionar o modelo de desenvolvimento estabelecido (...)”. Ainda na década de 70, chegou-se a questionar que o crescimento econômico (baseado em fontes de energia convencionais) atingira seu limite máximo e propôs-se o “*Crescimento Econômico Zero*”. Essa corrente ideológica foi superada, em 1987, quando a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, das Nações Unidas, difundiram a idéia do “Desenvolvimento

Sustentável”. Essa Organização, em 1990, reconhecendo que os danos de origem antrópica e a conseqüente elevação dos gases de efeito estufa (GHS), eram responsáveis por mudanças nos padrões de vento, nos regimes das chuvas, nas elevações da temperatura média da terra e dos níveis dos mares e etc., estabeleceu o Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima¹ que deu origem, em 1997, ao Protocolo de Kyoto.

O Protocolo de Kyoto é um acordo internacional sobre o crescimento econômico global. Sua implementação requer modificações tanto nas matrizes energéticas (redução dos combustíveis fósseis) quanto nos sistemas de uso da terra, alterando os modos de produção (agrícola e industrial) que passarão a ser vinculados à equidade social e ao equilíbrio ecológico.

Como conseqüência das Mudanças Climáticas, haverá, dentre outras coisas, alterações no zoneamento agrícola (deslocamento de áreas tradicionais) e nas épocas tradicionais de plantios. Tais fatos alteram a sazonalidade dos produtos agrícolas e incitam reajustes em todos os elos das cadeias produtivas. E, ainda, existe a possibilidade de alguns agricultores perderem parte de seu meio de produção (terra) em pró da atual regularização ambiental.

Assim, se o Protocolo de Kyoto representa a quebra dos paradigmas atuais e a consolidação do desenvolvimento econômico sustentável (pois pressiona que o desenvolvimento econômico prossiga com menor dependência dos combustíveis fósseis), ele incorpora mais uma função para agricultura: a geração de energia.

Nesse contexto, o Plano Nacional de Agroenergia é uma ação estratégica do Governo Federal que objetiva, *"a partir da realidade e das perspectivas futuras da matriz energética mundial, organizar uma proposta de Pesquisa, Desenvolvimento, Inovação e de Transferência de Tecnologia, com vistas a conferir sustentabilidade, competitividade e maior equidade entre os agentes das cadeias de agroenergia, em conformidade com as políticas públicas setoriais (energética, social, ambiental, agropecuária e de abastecimento). Uma das prioridades deste Plano é a elaboração de balanços energéticos visando substituir fontes de carbono fóssil por fontes provenientes da agroenergia, reduzindo, progressivamente, a demanda energética dos sistemas de produção"*².

2. OBJETIVO

Este trabalho analisa eficiência energética da cultura do milho em dois sistemas de produção importantes no estado de São Paulo e em épocas distintas: o plantio convencional (predominante na década de 80) e o plantio direto (em expansão nos últimos anos).

3. MATERIAL E MÉTODO

A construção do fluxo energético das diferentes safras e sistemas de produção do milho fundamentou-se no quadro de exigências físicas de fatores e custos operacionais de produção elaborados pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), para o estado de São

¹ A Convenção, ratificada pelo Brasil, em 1994, objetivava "alcançar a estabilização dos gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça a interferência antrópica perigosa ao sistema do clima. Esse nível deverá ser alcançado num prazo que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à Mudança do Clima assegurando que a produção de alimentos não seja ameaçada e que o desenvolvimento econômico prossiga de maneira sustentável (www.mct.gov.br /Mudança do clima).

² www.mme.gov.br/ agroenergia

Paulo. Estes, ao longo do ciclo produtivo, fornecem os seguintes dados: horas utilizadas com máquinas, implementos e mão de obra e as quantidades de insumos. O balanço energético do plantio convencional para a safra 1986/87 foi efetuado por ULBANERE (1988) e refere-se à região de Avaré para um produtividade esperada de 3.000 kg.ha⁻¹. Já, a matriz de coeficiente técnico para a safra 2005/2006, que utilizada este trabalho, refere-se ao plantio de um hectare de milho, na região do Médio Paranapamena (Assis/SP), em sistema de plantio direto e produtividade esperada de 6.000kg.ha⁻¹ (Anexo 1)

Para mensurar a quantidade de energia fóssil embutida (DEE) nas máquinas e equipamentos, necessitou-se de:

- a) Informações sobre vida útil (V) e consumo de combustíveis, óleos lubrificantes e graxa dos maquinários, as quais foram fornecidos pelo IEA e
- b) Valores médios de peso dos maquinários (P), os quais foram obtidos junto aos respectivos fabricantes.

Cientes de que os maquinários quando novos e em bom estado de conservação demandam menos energia e na impossibilidade de se poder caracterizar a amostra, utilizou-se a demanda específica de energia (DEE) dos equipamentos motorizados (trator e colhedora) como sendo de 1,669* 10⁷ kcal.t⁻¹ (K₁) e, para os equipamentos sem motores, de 1,367* 10⁷ kcal.t⁻¹ (K₂), conforme sugerido por ULBANERE (1988), mediante a formula:

$$DEE = (K_{1,2} * P)/V$$

Tal resultado fornece a quantidade de energia embutida em kcal.h⁻¹ e por isso, multiplicou pelo coeficiente técnico (h.ha⁻¹) do equipamento, a fim de se obter kcal.ha⁻¹.

À exceção do trator e da colhedora, que são automotrizes, o consumo de combustíveis fósseis referem-se ao do trator, quando tracionando os equipamentos (Anexo 2).

Converteu-se a quantidade de energia contida nos insumos em valores calóricos, com base no poder calorífico dos mesmos (fertilizantes, herbicidas, óleo diesel, graxa, combustível) ou do principal princípio ativo (no caso dos fertilizantes e herbicidas) os quais encontram-se em ROMANELLI (2002) (Anexo 3).

ULBANERE (1988) não considerou a mão de obra em seu cálculo de balanço energético, dada a baixa representatividade da mesma na safra 1987/88. No presente trabalho, a energia consumida pelo fator "mão de obra" teve participação de 0,2% sobre o total e, portanto, também foi desconsiderada. A unidade referencial utilizada para a entrada e saída de energia no sistema de produção do milho foi kcal.ha⁻¹.

4.-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando facilitar a compreensão do custo energético nas etapas produtivas a metodologia usual³ de balanço energético desagrega as fontes de energia em dois subgrupos:

a) energia direta: a energia que é aplicada na forma em que é apresentada, tal qual combustível, graxas e lubrificantes;

b) energia indireta: refere-se às atividades que despendem energia que não podem ser apropriadas, ou seja trata-se do conteúdo da energia total embutida diretamente na operação.

No grupo de energia direta, o óleo diesel é o principal responsável pelo consumo energético, em ambos os sistemas de produção de milho. O mesmo ocorre com os nutrientes, quando avaliamos o grupo de energia indireta (Tabela 1), o que demonstra a vulnerabilidade da produção de milho frente aos derivados de petróleo.

Tabela 1 – Comparação dos Custos Energéticos para a produção de milho híbrido, safras 1987/88 (Plantio Convencional) e 2005/06 (Plantio Direto)

Energia	Plantio Convencional (Safrá 1987/88)		Plantio Direto (Safrá 2005/06)		Variação (%)
	Kcal.ha ⁻¹	%	Kcal.ha ⁻¹	%	
Direta					
Óleo Diesel	1.147.212,5	42,2	691.316,2	18,8	-39,7
Óleo Lubrificante	18.318,8	0,7	6.372,4	0,2	-65,2
Graxa	4.210,6	0,2	5.180,7	0,1	23,0
Subtotal	1.169.741,9	43,1	702.869,3	19,1	-39,9
Indireta					
Semente	74.242,8	2,7	73.800,0	2,0	-0,6
Nutrientes	1.338.303,6	49,3	2.293.110,0	62,5	71,3
Defensivos	34.951,0	1,3	552.724,5	15,1	1.481,4
Máquinas e Equipamentos	98.329,3	3,6	48.679,6	1,3	-50,5
Subtotal	1.545.826,7	56,9	2.968.314,1	80,9	92,0
Total Geral	2.715.568,6	100,0	3.671.183,4	100,0	35,2

Fonte: Dados da Pesquisa e ULBANERE (1988)

4.1 Energia Direta

Enquanto no plantio convencional a entrada de energético decorrente do uso do óleo diesel correspondia a 42% dos gastos, no plantio direto esse combustível representou apenas 19% (Tabela 1).

³ A esse respeito veja CASTANHO FILHO, E.e CHABARIBERY, D. (1983); CAMPOS, A.T e CAMPOS, A.T (2004); CAMPOS, A.T.et al (1998); CARMO, M. S. e COMITRE, V. (1991); ZANINI, A. et al (2003)

Comparando-se os resultados obtidos em ambos os sistemas, o consumo energético representado pelo óleo diesel no plantio direto foi 40% menor que no plantio convencional, o que pode ser atribuído tanto ao fato:

a) de os equipamentos mais novos serem mais potentes e mais eficientes, consumindo menos combustível e lubrificantes e,

b) considerando-se que o consumo embutido nas máquinas leva em consideração tanto as horas de utilização quanto o peso das mesmas, nota-se também que a demanda energética das máquinas e equipamentos reduziu-se em 50,5% (Tabela 1) pois, no decorrer do períodos analisados, os avanços tecnológicos proporcionaram melhor desempenho operacional, reduzindo o tempo das operações. Por exemplo, para se cultivar um hectare de milho no sistema convencional, o trator utilizado na safra 1987/88 apresentou um coeficiente técnico de 14,4horas.ha⁻¹, enquanto que na safra 2005/06, o trator gastou menos de 4 horas para cultivar o mesmo tamanho de área, com um sistema de cultivo direto e altamente mecanizado.

Para reduzir a entrada de energia decorrente do óleo diesel, em ambos os sistemas de produção, sugere-se a utilização de biodiesel, o que seria, também, uma importante estratégia para melhoria da qualidade do ar pois emitem menos poluentes, dentre estes, gases de efeito estufa.

Quanto às operações, no sistema convencional a colheita é o item que mais consome energia (24%). Porém agregando-se o conjunto de operações pertinentes ao preparo do solo (aração, subsolagem e gradeação), a energia gasta nesta etapa da produção de milho assume maior importância, 33% (Tabela 2).

Tabela 2. Energia direta utilizada nas operações dos sistemas de produção de milho no estado de São Paulo.

Operação	Plantio Convencional (safra 2005/06)		Plantio Direto (safra 1987/88)	
	Kcal.há ⁻¹	%	Kcal.ha ⁻¹	%
Aração	184.042,01	16	-	-
Subsolagem	52.487,72	4	-	-
Gradeação	147.407,48	13	-	-
Aplic. Calcário	-	-	33.923,64	5
Plantio/adubação	83.087,24	7	140.843,07	20
Capina mecânica	154.277,41	13	147.394,79	21
Adub. Cobertura	-	-	35.621,99	5
Pulverização	170.714,4	15	233.030,06	33
Colheita	278.336,75	24	78.368,13	11
Transp. Interno	99.388,92	8	33.687,60	5
TOTAL	1.169.741,93	100	702.869,28	100

Fonte: Elaborada com dados da pesquisa (2005/06) e ULBANERE (1988)

Considerada uma técnica poupadora de energia, o sistema direto consome mais energia do que o sistema convencional nas seguintes de produção de milho no Estado de São Paulo: plantio e pulverização.

O plantio direto, elimina as operações de preparo do solo mas incorpora a adubação em cobertura e aumenta o número de pulverizações. Esta operação, que visa o controle

fitossanitário e a aplicação de herbicidas, contribui com 33% da entrada de energia nesse tipo de plantio.

As operações de capina mecânica também contribuem com boa parte do custo energético no sistema de plantio direto (21%) devido a substituição do cultivador e a maior tração exigida pela máquina na realização desse trabalho. No entanto, o dispêndio calórico da capina mecânica é menor do que no plantio convencional.

4.2 Energia Indireta:

Os nutrientes têm alto poder calorífico e assumem grande importância nos custos energéticos da cultura em ambos os sistemas de produção (Tabela 1). No caso do plantio direto, onde são aplicados em maior quantidade, a entrada de energia decorrente da utilização deste insumo aumentou de 70% quando comparada com o plantio convencional.

A defasagem temporal de 17 anos entre os sistemas operacionais embute a idéia de desgaste do solo. Neste caso, para minimizar o empobrecimento do solo de forma sustentável sugere-se a substituição de fertilizantes químicos por adubos orgânicos e de origem animal, além de um retorno às práticas de rotação e/ou consórcio de leguminosas, as quais, por fixarem nitrogênio no solo, podem vir a reduzir e/ou eliminar o uso de fertilizantes nitrogenados.

A maior variação na entrada de energia entre os sistemas de produção foi o aumento do consumo energético decorrente dos defensivos, 1.481%. (Tabela 1). Esse percentual pode ser atribuído ao aumento do número e da quantidade deste insumo aplicados nas duas safras. No estudo de ULBANERE (1988) apenas dois defensivos foram considerados (*Methyl-Parathion* e *Carbaryl*). Na matriz de exigências físicas dos fatores de produção efetuada pelo IEA para a safra 2005/06, o cultivo do milho, em plantio direto, empregou oito diferentes tipos de agrotóxicos. Isso pode estar indicando que no decorrer dos anos aumentaram-se os ataques exógenos (pragas e doenças). Atenta-se que, Pimentel (1973) citado em CARMO, QUEVEDO e COMITRE (1993) comenta que quanto maior a relação capital/trabalho humano, maiores são os desequilíbrios das relações naturais e os impactos no meio ambiente e, a incorporação de altos valores não tem trazido retornos em produção na mesma proporção, principalmente nas agriculturas dos países desenvolvidos, o que significa tendência de queda da eficiência energética ao longo do tempo. Com base nessa idéia, sugere-se, portanto, maior apoio às pesquisas de melhoramento genético de modo a tornar o milho mais resistente e o uso do controle biológico de pragas

O consumo de energia direta, no sistema de plantio direto, foi 40% menor que no sistema convencional. No entanto, a entrada de energia indireta na técnica de plantio direto (2.968.314,1kcal) é quase o dobro do consumo energético verificado no sistema convencional (1.545.826,7 kcal) (Tabela 1). Considerando-se que o Plano Nacional de Agroenergia, tem com estratégia reduzir, progressivamente, a **demand**a energética dos sistemas de produção, pode-se incorrer no risco de se rejeitar a técnica de plantio direto. No entanto, devemos considerar a importância não apenas da energia consumida num sistema de produção, mas também o montante de energia gerada, pelo mesmo.

4.3 Eficiência Energética

Em sistema de plantio direto (ou seja, eliminando as operações de arado com tração mecanizada) o milho colhido no Médio Paranapanena (safra 2005/2006) consumiu mais

energia do que o semeado em sistema convencional, na região de Avaré, safra 1987/88. No entanto, os balanços energéticos levam em consideração, também a energia que sai do processo produtivo. Neste caso, o resultado energético (ou receita energética) é maior no cultivo de milho em plantio direto (Tabela 3), devido a uma produtividade esperada maior na safra 2005/06.

Tabela 3. Comparativo de fluxo e eficiência energética na produção de milho, São Paulo

Fluxo	Plantio	Plantio	Var (%)
	Convencional (Safra 1987/88)	Direto Safra(2005/06)	
Custo ou Entrada de Energia (A)	2.715.568,6	3.671.183,4	35,2
Receita ou Saída de Energia (B)	11.070.000,0	22.140.000,0	100,0
Resultado (C=B-A)	8.354.431,4	18.468.816,6	121,1
Eficiência Energética (C/A)	4,1	5,0	23,3

FONTE: dados da pesquisa.

Os resultados de fluxos energéticos na agricultura devem ser analisados sob a ótica das prioridades da Política Macroeconômica, sobre a qual políticas setoriais se subordinam. Assim, se considerarmos que, desde a década de 60 a Política Econômica Nacional, para subsidiar o Programa de Substituição de Importações, investiu no aumento da produtividade agrícola, visando o aumento da saída de energia (alimentos), podemos constatar o sucesso dessa política na maior oferta de energia propiciada pelo sistema de plantio direto na safra 2005/2006.

Nas últimas décadas, mesmo ainda carecendo de regulação, parece haver um consenso entre os Estados nacionais em reduzir a dependência dos combustíveis fósseis no fornecimento de energia⁴.

Apesar do plantio direto introduzir novas operações como aplicação de calcário e adubação em cobertura e o custo energético de plantio e pulverização terem aumentado, o dispêndio energético total diminuiu, isto porque as operações de preparo do solo do sistema convencional foram eliminadas e representavam 32,8%, ou seja, cerca de 400.000kcal.ha⁻¹.

Assim, o plantio direto apresentou maior eficiência energética que o sistema convencional, o que pode ser atribuído muito mais à diferença nos híbridos cultivados do que ao sistema de produção, em si. Cabe lembrar, que a produtividade esperada na safra 1987/88 (plantio convencional) era metade da esperada na safra 2005/2006.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Grande parte dos insumos envolvidos na cultura do milho são, ainda, provenientes de energia fóssil, configurando grande dependência e vulnerabilidade dos sistema de

⁴ Esse “quase consenso” está respaldado na Convenção Quadro sobre Mudanças do Clima e no Protocolo de Kyoto, que embora não obriguem nem penalizem os signatários pelo seu descumprimento, prioriza a utilização de tecnologias poupadoras de energia.

produção. Assim, avanços na redução do custo energético voltam-se para a questão dos nutrientes e consumo de combustíveis fósseis. Nesses casos, sugere-se como alternativas o uso de nutrientes orgânicos e as práticas de rotação e/ou consórcio de leguminosas e, ressalta-se a importância das pesquisas sobre biodiesel e de sua inclusão em nossa matriz energética.

Embora a agricultura paulista seja vista como altamente tecnificada, cabe lembrar que a modernização agrícola não se deu de maneira uniforme entre as diversas categorias de produtores e de produtos, expandindo-se de forma desigual entre as inúmeras regiões que compõem um mesmo estado. Assim, esse trabalho é apenas um indicativo da eficiência energética da cultura do milho no estado de São Paulo.

Para se contabilizar com maior precisão a evolução energética de cada cultura é importante conhecer quais os principais sistemas de produção existentes, compará-los e ponderá-los dentro de um mesmo ano agrícola de modo a minimizar tanto a variação decorrente das escolhas dos híbridos cultivados como as influências climáticas.

c

a) grande parte dos balanços energéticos que se fundamentam em matrizes e coeficientes técnicos institucionais computam a saída de energia com base na produtividade expostas nessas planilhas, as quais são "esperadas" e não necessariamente "efetivadas". Nesse caso, a receita e/ou eficiência energética pode estar superestimada, principalmente nos casos de intempéries climáticas, das quais a agricultura vem se ressentindo nos últimos anos. Segundo o IEA⁵, a produtividade efetivada na safra 2005/2006 foi de, portanto abaixo (5590 kg ha^{-1}) da utilizada no cálculo acima (6.000 kg ha^{-1}). Tomando-se como referência a produtividade efetivada na região, a eficiência energética do milho em plantio direto foi de 4,6 o que implica numa eficiência próxima ao do sistema convencional.

b) em menor número na literatura, os estudos de caso mensuram o balanço energético tendo como base a produtividade efetivamente alcançada. Nesse caso, os resultados da eficiência energética são mais precisos. No entanto, esses estudos são pontuais no tempo e no espaço, dificultando uma análise evolutiva das etapas e técnicas que reduzam o consumo de energia, as quais se refletem nos resultados dos balanços energéticos.

Sugere-se portanto maior periodicidade na elaboração de planilhas de custo econômico e energético por parte das empresas públicas nacionais que realizam levantamentos sistemáticos de outras variáveis importantes para o desempenho da agricultura brasileira.

⁵ <http://www.iea.sp.gov.br/out/producao/ps-1105-21-4.php>



6. LITERATURA CITADA

- CAMPOS A T. e CAMPOS A T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo dos agrossistemas. *Ciência Rural*, v.34, n.6, p. 1977-1985, nov-dez, 2004.
- CAMPOS, A.T. et al. Balanço econômico e energético na produção de silagem de milho em sistema intensivo de produção de leite. *Engenharia Rural*, Piracicaba, v.9, n.1, p 10-20, 1998.
- CARMO, M. S. e COMITRE, V. Evolução do Balanço energético das culturas de soja e milho no estado de São Paulo. XXIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Anais... Brasília. 1991. pgs. 131- 149.
- CARMO, M. S., SALLES, J. T.A.O, e COMITRE, V. Agricultura sustentável e o desafio da produção de alimentos no limiar do terceiro milênio. *Informações Econômicas*, SP, v.25, n.11, nov. 1995. pgs 25-36
- CASTANHO FILHO, E.P. CHABARIBERY, D. Perfil energético da Agricultura Paulista. *Agricultura em São Paulo*, v.30, tomos 1 e 2, p. 63-115, 1983.
- ROMANELLI, T. R. Modelagem do balanço energético na alimentação suplementar para bovinos. 2002. Tese (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ULBANERE, R.C. Análise dos balanços energéticos e econômico relativo à produção e perda de grãos de milho no estado de São Paulo. 1988. Tese (doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.
- ZANINI, Agostinho et al.. Análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto. *Acta Scintiarum Animal Sciences*, Maringá, v.25, n.2, p 249-253, 2003.

**ANEXO 1 - COEFICIENTES TÉCNICOS DE PRODUÇÃO DO MILHO DE VERÃO,
 PLANTIO DIRETO, EDR DE ASSIS, 1 HECTARE, PRODUTIVIDADE DE 6.000KG/HA**

	(Hora de serviço)										
	Mão-de-obra		Máquinas e Implementos								
	Comum	Tratorista	Trator 82cv	Distribuidor calcário 2.500kg	Plantadora adubadora PD 4 a 8 linhas	Cultivador Adubador	Pulverizador Columbia 2.000 l	Carreta 4 rodas 3t	Carreta tanque 5000 l	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação											
Dessecação	0,21	0,21	0,21				0,21				
Calagem ¹	0,14	0,34	0,20	0,20							
Tratamento de semente	0,17										
Plantio/adubação	1,88	0,83	0,83		0,83						
Aplicação de formicida	0,41										
Aplicação de herbicida (1x)	0,41	0,41	0,41				0,41				
Aplicação de defensivo (2x)	0,82	0,82	0,82				0,82				
Adubação em cobertura	0,41	0,21	0,21			0,21					
Transporte de insumos	1,68	0,84	0,84					0,28	0,56		
Colheita mecânica	1,03	1,03								1,03	
Total de Horas	7,16	4,69	3,52	0,20	0,83	0,21	1,44	0,28	0,56	1,03	
Transporte, pré-limpeza e secagem do produto por empreita.											
Custo horário	1,88	2,34	28,11	5,33	1,92	0,91	3,66	0,53	0,78	64,86	
Custo total	13,46	10,97	98,95	1,07	1,59	0,19	5,27	0,15	0,44	66,81	
Depreciação horária			6,16	5,33	1,92	0,91	3,66	0,34	0,66	33,50	
Depreciação total			21,68	1,07	1,59	0,19	5,27	0,10	0,37	34,51	
2 - Material Consumido				Especificação	Quantidade	Unidade					
Semente (híbrido simples ou triplo)				s/especif.	60	mil (saco)					
Calcário ¹				Dolomítico	0,35	t					
Fertilizante				08-20-20 + Zn	250	kg					
Fertilizante (cobertura)				Uréia	80	kg					
Formicida				Mirex S	0,5	kg					
Herbicida (gesaprim 500)				atrazina	2,9	kg					
Herbicida (p/dessecação)				Roundup Transorb	3,00	l					
Herbicida (p/folha larga) Prim.Gold				atrazina + alachlor	4,50	l					
Inseticida				Match CE	0,3	l					
Inseticida (p/tratam. Sementes)				Futur 300	0,4	l					
Inseticida (p/tratam. Sementes)				Gaúcho	0,06	l					

¹ Rateio em 3 anos.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola

ANEXO 2. Conteúdo energético das máquinas e equipamentos consumidos plantio direto do milho, Estado de São Paulo.

Máquinas e Equipamentos	Vida Útil (h)	Peso Peso(kg)	DEE (kcal/h)	Coefficiente Técnico (h.ha-1)	DeeTotal (kcal.ha-1)
Roçadeira	4.000,0	400,0	1.367,0	0,85	1.162,0
Distribuidora de Cálcureo	2.400,0	750,0	4.271,9	0,20	854,4
Semeadeira/Adubadeira 7 linhas	4.800,0	2.250,0	6.407,8	0,83	5.318,5
Pulverizador Tracionado (2000 litros)	4.800,0	1.030,0	2.933,4	1,24	3.637,4
Carreta 4 rodas (3toneladas)	6.000,0	580,0	1.321,4	0,46	607,9
Carreta tanque (5mil litros)	4.800,0	800,0	2.278,3	0,30	683,5
Colheitadeira Automotriz (117 cv)	7.200,0	8.226,0	19.068,3	0,76	14.491,9
Trator (105 Cv)	10.000,0	3.400,0	5.674,6	3,12	17.704,8
Trator (65 CV)	10.000,0	2.590,0	4.322,7	0,90	3.890,4
Cultivador Adubador	4.800,0	550,0	1.566,4	0,21	328,9
Total					48.679,6

Fonte: Dados da Pesquisa.

ANEXO 3. Poder Calorífico dos Insumos Aplicados na Produção de Milho

Energia Direta		MJ
Óleo Diesel	Litro	38543,64
Óleo Lubrificante	Litro	35940,56
Graxa	Kg	39036,72

Fonte: Comitê (1993)

Energia Indireta	MJ Kg -1
Semente	15,45
Herbicida	254,57
Inseticida	184,71
Fungicida	97,13
Adubo Formulado	11,03
Atrazina	188,38
Glifosato	454,2
Uréia	78,04
Calcureo	1,67

Fonte: Pimentel (1980), Ferraro Júnior (1999), Fluck e Baird (1982) citados in: Romanelli (2002).