

JACIMAR LUIS DE SOUZA

**BALANÇO ENERGÉTICO EM CULTIVOS
ORGÂNICOS DE HORTALIÇAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL

2006

JACIMAR LUIS DE SOUZA

**BALANÇO ENERGÉTICO EM CULTIVOS ORGÂNICOS
DE HORTALIÇAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 27 de março de 2006.

Prof. Ricardo Henrique Silva Santos
(Conselheiro)

Prof. Paulo Roberto Cecon
(Conselheiro)

Prof. Gilberto Bernardo de Freitas

Pesq. José Mauro de S. Balbino

Prof. Vicente Wagner Dias Casali
(Orientador)

À minha família: Andrea, Milena e Lucas

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao INCAPER, pelo apoio irrestrito através de seu programa de treinamento.

Ao Departamento de Fitotecnia da UFV, pelos ensinamentos valiosos.

À coordenação de pós-graduação do DFT, pelo apoio constante.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro que tornou possível minha permanência em Viçosa para a conclusão deste curso.

Ao prof. Vicente Casali, pela orientação objetiva, amizade e profissionalismo.

Ao prof. Ricardo Santos, pelo companheirismo e orientações importantes.

Ao prof. Paulo Cecon, pelos ensinamentos e orientações estatísticas.

Ao prof. Gilberto Freitas, pelas contribuições no meu exame de qualificação e na minha defesa de tese.

Ao pesquisador José Mauro Balbino, pelo companheirismo do dia-a-dia no INCAPER e pelas sugestões na minha defesa de tese.

Ao colega Fabiano Caliman, parceiro de todas as horas e em todos os assuntos.

Aos colegas da “Pós” da UFV pelo convívio harmonioso nestes quatro anos.

BIOGRAFIA

Jacimar Luis de Souza, Filho de Jacy de Souza e Elydia Carvalho de Souza, natural de Baixo Guandu/ES, é Engenheiro Agrônomo, graduado pela Universidade Federal do Espírito Santo em 1982. Mestrado pela Universidade Federal de Lavras, área de concentração Fitotecnia em 1985. Doutorado pela Universidade Federal de Viçosa, área de concentração Fitotecnia em 2006. Pesquisador do Centro Regional de Desenvolvimento Rural – Centro Serrano (CRDR-CS), do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). Coordenador de projetos de pesquisa do programa de Agricultura Orgânica do INCAPER de 1990 até a presente data. Publicação de 121 trabalhos técnico-científico em anais, documentos seriados do INCAPER e periódicos nacionais, sendo 93 em autoria e 28 em co-autoria. Ganhador do Prêmio “Tião Sá” de incentivo à pesquisa ecológica/1996 (1º lugar), promovido pela Secretaria do meio Ambiente/Prefeitura Municipal de Vitória, com o trabalho “Agricultura Orgânica - Desenvolvimento Integrado de tecnologias”. Autor do Livro: “Agricultura Orgânica - tecnologias para a produção de alimentos saudáveis”, vol. 1, editado pelo INCAPER em 1998. Ganhador da “Menção honrosa Santa Catarina”, no 39º Congresso Brasileiro de Olericultura, com o trabalho destaque em 1999: “Estudo da fertilidade de solos submetidos a manejo orgânico ao longo de 9 anos”. Coordenador Técnico dos Video-Cursos: “Cultivo Orgânico de Hortaliças – Sistema de Produção (1999)”, “Cultivo Orgânico de Brássicas (2000)”, “Cultivo Orgânico de

Hortaliças-Fruto (2001)”, “Cultivo Orgânico de Hortaliças-Raízes (2001)” e “Cultivo Orgânico de Hortaliças-Raízes tropicais (2002)”. Ganhador do Prêmio SOB-2001, outorgado pela Associação Brasileira de Horticultura (ABH), com o trabalho: “Desenvolvimento de tecnologias para a olericultura orgânica brasileira”. Autor do Livro: “Manual de Horticultura Orgânica, 1ª ed. em 2003 e 2ª ed. em 2006. Autor do livro “Agricultura Orgânica - tecnologias para a produção de alimentos saudáveis”, vol. 2, editado pelo INCAPER em 2005.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
Preservação ambiental	1
Energia e Agricultura.....	2
Agricultura orgânica e eficiência energética.....	7
Objetivos	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1. Caracterização do sistema orgânico de produção.....	12
2.2. Base de dados	15
2.3. Valores energéticos adotados	17
2.4. Variáveis analisadas e procedimentos estatísticos	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.1. Avaliação energética dos cultivos orgânicos.....	40
3.1.1. Cultivo orgânico da abóbora	40
3.1.2. Cultivo orgânico do alho.....	50
3.1.3. Cultivo orgânico da batata	59

	Página
3.1.4. Cultivo orgânico da batata-baroa	68
3.1.5. Cultivo orgânico da batata-doce	77
3.1.6. Cultivo orgânico da cenoura	85
3.1.7. Cultivo orgânico da couve-flor.....	94
3.1.8. Cultivo orgânico do repolho	103
3.1.9. Cultivo orgânico do taro	112
3.1.10. Cultivo orgânico do tomate	121
3.2. Análise energética do sistema orgânico.....	133
3.2.1. Análise energética das variáveis.....	134
3.2.2. Análise energética dos componentes	139
3.3. Sustentabilidade energética da produção orgânica....	144
3.4. Produção e custo calórico de proteínas na produção orgânica.....	149
3.5. Custo energético dos plásticos.....	162
4. CONCLUSÕES	166
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168
Anexo 1: Valores energéticos adotados	174
Anexo 2: Base de dados e análises estatísticas por cultura	180
Anexo 3: Base de dados e análises estatísticas das médias do sistema orgânico.....	201
Anexo 4: Conversão de unidades de medida de energia	206

RESUMO

SOUZA, Jacimar Luis de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março 2006.
Balanço energético em cultivos orgânicos de hortaliças. Orientador:
Vicente Wagner Dias Casali. Conselheiros: Ricardo Henrique Silva Santos e
Paulo Roberto Cecon.

A preocupação com a preservação dos recursos naturais e com a saúde humana têm sido marcantes nas últimas décadas. Por isto a agricultura orgânica tem se desenvolvido muito em diversos países, inclusive no Brasil, buscando atender a estes anseios da sociedade. Esta missão só poderá ser atingida de forma eficiente, se esta agricultura for implementada em bases agroecológicas e com comprovada sustentação energética. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho energético de cultivos orgânicos de hortaliças, no período de 10 anos, visando atestar as eficiências energéticas das culturas e compará-las àquelas dos cultivos convencionais da região. A metodologia adotada foi a de monitoramento de campos de produção de dez culturas, no período de 1991 a 2000, na área experimental de agricultura orgânica do INCAPER, em Domingos Martins, região serrana do Espírito Santo. Procedeu-se à quantificação dos coeficientes técnicos do sistema orgânico, convertendo suas grandezas físicas em equivalentes energéticos, expressos em kcal. Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva e as comparações entre as médias do sistema orgânico, com

aquelas do sistema convencional da região, estabelecido como referência populacional, foram realizadas pelo teste 't'. O sistema orgânico consumiu, em média, 4.571.159 kcal ha⁻¹ e apresentou 12.696.712 kcal ha⁻¹ de energia inserida na colheita, mostrando-se eficiente na conversão de energia, com um balanço energético médio de 2,78. O tomate apresentou o menor balanço (0,97) e a batata-doce o maior balanço (6,58). O repolho se destacou com a maior produção de proteínas (77,45 kg ha⁻¹) e menor custo protéico (45.733 kcal kg⁻¹). Os componentes de maior participação nos gastos calóricos foram: embalagem (35,9%), seguida por composto orgânico (17,2%), irrigação (12,6%), sementes/mudas (12,4%) e mão-de-obra (11,0%). Na comparação entre os sistemas, foram registradas diferenças estatísticas para algumas variáveis, dependendo da cultura analisada. Na comparação entre as médias dos sistemas orgânico e convencional, não foram observadas diferenças estatísticas para as variáveis analisadas, mesmo havendo diferenças numéricas marcantes entre algumas delas, como nas entradas de energia (4.571.159 e 6.766.464 kcal ha⁻¹, respectivamente) e no balanço energético (2,78 e 1,93, respectivamente).

ABSTRACT

SOUZA, Jacimar Luis de, D. S., Universidade Federal de Viçosa, March 2006.
Energetic Balance in organic farming of vegetables. Adviser: Vicente Wagner Dias Casali. Committee Members: Ricardo Henrique Silva Santos and Paulo Roberto Cecon.

The concerning with preservation of the natural sources and to the human health have been outstanding in the last decades. Therefore the organic agriculture has been developed in several countries, including Brazil, searching to attend these longings of the society. This mission can be reached with efficiently only if this agriculture is implemented in agricultural ecology bases and with justified energetic support. So, the aim of this work was to evaluate the energetic performance of organic farming of vegetables in the period of 10 years, searching to attest the energetic efficiencies of the cultures and to compare them to those of conventional crops from the region. Monitoring the fields of 10 year production was the methodology used in the period from 1991 to 2000, in the experimental field of organic agriculture of INCAPER, in Domingos Martins, mountain region of Espírito Santo. The quantification of the technical coefficients of the organic system was proceeded, converting their physical greatnesses to energetic equivalents, expressed in kcal. The data were analyzed through descriptive statistics and the comparisons among the organic system means to those of the conventional crop from the region, set as

population references were done using the “t” Test. The organic system consumed averagely, 4.571.159 kcal ha⁻¹ and showed 12.696.712 kcal ha⁻¹ of energy inserted in the harvest, showing itself as efficient in the conversion of energy, with an energetic balance of 2.78. The tomato showed the least balance (0.97) and the sweet potato the greatest balance (6.58). The cabbage stood out with the highest production of proteins (77.45 kg ha⁻¹) and the least proteic cost (45.733 kcal kg⁻¹). The components with the greatest participation in the caloric costs were: packaging (35.9%), followed by organic composite (17.2%), irrigation (12.6%), seeds/seedlings (12.4%) and labor (11.0%). Regarding to the comparison among the systems, statistical differences were recorded to some variables, depending on the analyzed culture. When medias from the organic and conventional systems were compared, statistics differences to the analyzed variables weren't noted even when there was numerical differences outstanding among some of them, as in the incoming of energy (4.571.159 and 6.766.464 kcal ha⁻¹, respectively) and in the energetic balance (2,78 e 1,93, respectively).

1. INTRODUÇÃO

Preservação ambiental

A preocupação com a preservação dos recursos naturais tem sido marcante nas últimas décadas. Em todo o planeta, a sociedade tem demonstrado crescente preocupação com os efeitos do modelo de produção agropecuária sobre o meio ambiente, especialmente no tocante à contaminação do solo, das águas e dos alimentos, e mais recentemente, com a eficiência energética. Com relação a estes efeitos adversos deste modelo produtivo, se impõe a necessidade da visão ambiental, como tem sido atestado em diversos documentos e relatórios, em que o aumento da produtividade não deve comprometer a preservação do ambiente, a sustentabilidade dos recursos de produção e a qualidade de vida.

De grande importância na busca da preservação ambiental, foi a *Conferência de Estocolmo sobre meio ambiente*, em 1972, onde se iniciou o estabelecimento de recomendações e normativas aos organismos e instituições financeiras internacionais, no sentido de associar fluxo de capital ao desenvolvimento, com sustentação ambiental, entendendo-se que meio ambiente e desenvolvimento não devem e, nem podem ser dissociados.

Outro marco fundamental foi registrado por Meadows (1993), citado por Martins (1997), na publicação do documento '*Límites Del Crecimiento*', no sentido de contribuir com a construção da sociedade *materialmente suficiente*,

socialmente eqüitativa e ecologicamente durável. As principais conclusões desse documento foram: Primeiro: “Se as tendências atuais de crescimento da população mundial, industrialização, contaminação ambiental, produção de alimentos e exploração de recursos, continuarem sem modificações, o crescimento no nosso planeta será limitado nos próximos cem anos. A partir daí, o resultado mais provável será uma declinação súbita e incontrolável, tanto da população como da capacidade industrial”. Segundo: “É possível alterar estas tendências de crescimento e estabelecer condições de estabilidade econômica e ecológica capazes de sustentar o futuro. O estado de equilíbrio global pode ser desenhado de tal forma que as necessidades materiais básicas de cada pessoa sobre a terra, sejam satisfeitas”.

Estas questões levam a agricultura a propor novos princípios, novos modelos e novas definições para a produção agrícola, como *Agroecologia*, *Agricultura Sustentável* e *Agricultura Orgânica*, onde a adoção de tecnologias deva atender a requisitos de sustentabilidade ambiental, econômica e social, em que o conceito de moderno não está associado à relação simplista entre produção e à aquisição de produtos industriais, como máquinas, adubos minerais e agrotóxicos.

Energia e agricultura

Visando garantir alimentação, proteção, transporte, saúde, diversão e outras funções e bens de consumo do ser humano, muita energia é gasta, independente da forma e da fonte energética. Nos agroecossistemas, a energia está na forma de radiação solar que alimenta a fotossíntese, gerando biomassa; na forma de trabalho humano, animal ou mecânico; ou ainda contida em combustíveis, adubos, ferramentas, sementes e demais insumos da agricultura (MELLO, 1989).

Nas últimas décadas, a chamada “modernização” da agricultura tem priorizado a alocação de quantidades cada vez maiores de energia nos sistemas produtivos, visando aumentar os rendimentos, com agravante de que grande parte desse aporte de energia adicional seja originada, direta ou indiretamente, de fontes não renováveis, principalmente dos combustíveis fósseis, de alto custo energético (PIMENTEL et al., 1990; GLIESSMAN, 2000).

O dispêndio energético impõe séria preocupação a todos nós: *a quantidade de energia investida na produção de alimentos, muitas vezes tem sido maior do que o retorno conseguido em valor energético dos produtos, proporcionando balanço negativo, comprometendo a sustentabilidade.*

A energia de origem fóssil desempenha papel vital nos sistemas de produção agrícola, pois seu preço afeta todos os custos da cadeia produtiva. Energia e produção de alimentos estão de tal forma relacionados, que qualquer impacto nos custos do petróleo são transmitidos e ampliados ao longo da cadeia produtiva (CAMPOS e CAMPOS, 2004). Portanto, a preocupação quanto a dependência da agricultura pela energia de origem fóssil, deve ser cada vez mais considerada, especialmente pela possibilidade de escassez desse recurso. Em 1973, o alerta sobre a escassez de combustíveis fósseis, transmitido pelos países produtores, gerou a sextuplicação nos preços, o que repercutiu como verdadeira catástrofe na agricultura (FERREIRA e ULBANERE, 1989).

O Brasil gasta 2,6 Kcal ao produzir 1,0 Kcal de alimentos. Os países desenvolvidos já estão gastando mais de 5,0 Kcal; os EUA gastam 9,0 Kcal e o Japão 12,0 Kcal. Toda esta energia, em sua maioria baseada em combustíveis fósseis não renováveis, é “produção de alimentos a qualquer custo”. É interessante notar que nos diversos países, à medida que a demanda energética aumenta na agricultura, também aumentam as necessidades de fosfato e do emprego de agrotóxicos, e vice-versa (ALMEIDA, 2005).

Pimentel (1984), citado por Pimentel et al. (1990) relatou que 17% do total de energia usada na economia dos Estados Unidos é consumida nos sistemas de alimentação, distribuídos em 6% na produção, 6% no processamento e embalagem e 5% na comercialização. Estes 17% representam aproximadamente 1500 litros de combustível/pessoa/ano, somente com a finalidade de se alimentar. Se todas as pessoas da Terra (4,7 bilhões em 1984) se alimentassem de forma similar aos americanos e também produzissem os alimentos com a mesma tecnologia empregada naquele país, o total de reservas conhecidas de petróleo do mundo duraria apenas 12 anos.

Estudando os aspectos energéticos nas mudanças do setor agrícola de quatro microrregiões do estado de São Paulo, Krom e Paccola (1995), verificaram aumento significativo na demanda de energia dessas regiões no

período de 1970 a 1985, basicamente pelo incremento de maquinaria, combustíveis e fertilizantes químicos. Os autores concluem que a transformação brusca que foi imposta à agricultura não possibilitou mecanismos tais, que o setor agrícola pudesse se desenvolver de forma harmônica, constituindo-se em apêndice do sistema capitalista, incorporando sua forma própria de gerir e, tornando-se altamente dependente da matriz energética nacional.

Os sistemas de monocultura do modelo convencional de produção, baseado na agroquímica, causam redução na eficiência energética dos sistemas produtivos. Isto é provocado pela pequena cobertura do solo (que induz perdas por evaporação e por erosão), associado à grande dependência de insumos externos (adubos minerais e agrotóxicos – ambos de alto custo energético). Nesse sentido, o emprego de práticas que reduzam os problemas delineados pode ser a alternativa para o aumento da eficiência dos sistemas produtivos, especialmente pelo emprego de rotações de cultura e manejo de espécies próprias para adubação verde, para cobertura do solo e fixação de carbono e nitrogênio (LI et al., 2002; SANTOS et al., 2000; URI et al., 1998).

Ferraro Júnior (1999) argumenta que a transição para a sustentabilidade, pressupõe a identificação de sistemas eficientes em longo prazo, e que avaliações meramente financeiras de sistemas têm horizonte demasiadamente curto, pois estão sujeitas a distorções impostas pelas flutuações do mercado, o que não é o caso das avaliações em torno dos fluxos de energia. Por isto, as análises energéticas têm proporcionado maior segurança nos estudos de longo prazo, assim como na comparação entre culturas, sistemas e atividades agropecuárias, desenvolvidas em diversos locais, por serem as que recebem menos interferência das questões mercadológicas e financeiras, bastante próprias de cada região e país.

Outros trabalhos, avaliando métodos, técnicas e equipamentos agrícolas, verificaram a possibilidade de aumentar a eficiência energética, apenas alterando práticas pontuais nos sistemas de produção. Pontes et al. (1999) mostram a maior eficiência energética de equipamentos de cultivo mínimo do solo com rolo faca, grade aradora e roçadora, por causa do menor consumo de combustível. Segundo Marques e Benez (2000), o plantio direto do milho, quando comparado ao cultivo convencional, mostrou-se mais eficiente

energeticamente por causa da menor quantidade de serviço demandado (h ha^{-1}), menor consumo de combustível (litros ha^{-1}) e menor uso específico de energia por área (kwh ha^{-1}). Monegat (1998) comprovou que a prática da adubação verde de outono-inverno é eficaz ao pousio, em sistemas de produção de milho, feijão e soja, podendo melhorar a eficiência energética nas pequenas propriedades.

O emprego de indicadores de sustentabilidade dentro dos sistemas produtivos têm sido alternativa muito utilizada pelos pesquisadores. Nesse contexto, o CO_2 tem sido utilizado como um dos indicadores de sustentabilidade energética, nos estudos de fluxo nos sistemas produtivos. A necessidade de reduzir perdas de energia pelo maior aproveitamento ou fixação do carbono foi comprovada em diversos trabalhos de pesquisa, tanto em análises gerais de sistemas de produção diversificados (PYPKER e FREDEEN, 2002), quanto em análises de cultivos individuais (PLUIMERS, 1998). Outro indicador de sustentabilidade refere-se à quantidade de proteínas produzidas e seu respectivo custo energético, segundo relata Ferraro Júnior (1999), e será alvo de análises neste trabalho, de acordo com a metodologia que será detalhada adiante.

A melhor adaptabilidade das espécies e cultivares vegetais às condições edafoclimáticas de cada região é uma das premissas básicas do melhor aproveitamento da energia, promovendo também maiores rendimentos e rentabilidade econômica. Esta premissa foi confirmada por Tripathi e Sah (2001), estudando os fluxos de energia de três ecossistemas da vila Garhwal – Himalaia (regiões de alta, média e baixa altitude). Verificaram que sistemas de produção de hortaliças (ervilha, batata, repolho e mostarda) eram mais eficientes energeticamente nas regiões altas, enquanto que os cultivos de trigo, arroz e soja, mostravam maior eficiência nas regiões de média altitude. Ma e Jones (1997), também estudando as características de entradas e saídas de energia na agricultura, em três regiões da China, identificaram diferenças significativas de sustentabilidade (convencionado neste trabalho que sistemas mais sustentáveis são aqueles que geram mais energia com menores gastos no processo produtivo). Na região de Ningxia, a eficiência energética foi maior (mais sustentável), indicando necessidade de se empregar análises energéticas em outros locais, como forma de subsidiar na tomada de decisões

quanto à implantação de planos e políticas de desenvolvimento para estabelecer um uso mais eficaz da energia.

O uso mais sustentável da energia na agricultura depende da expansão do emprego de fontes de energia cultural biológica, tais como palhadas (biomassa), resíduos agroindustriais, esterco animal, largamente utilizados na agricultura orgânica. Os insumos biológicos não somente são renováveis, mas também tem a vantagem de: a) estarem localmente disponíveis; b) poderem ser controlados pela população local e; c) contribuir para minimizar a poluição dos agroecossistemas (GLIESSMAN, 2000). Estas propostas são comprovadas em muitos estudos que comparam sistemas orgânicos com sistemas convencionais de produção, em várias partes do mundo (MANSVELT et al., 1998; WALDON et al., 1998; REGANOLD et al., 2001; POUDEL et al., 2002), indicando maior aproveitamento da energia e maior taxa de conversão energética dos sistemas orgânicos de produção, tanto de hortaliças como de frutas e grãos.

Dalgaard et al. (2001) validaram agronomicamente um modelo de cálculo de energia fóssil em propriedades orgânicas e convencionais na Dinamarca. Estes autores estudaram oito culturas, nos dois sistemas de produção, verificando que, em geral, o uso de energia é menor nos sistemas orgânicos (0,7 a 2,2 MJ/unidade de alimento) do que no sistema convencional (1,0 a 2,7 MJ/unidade de alimento), mas as produções por área são menores. Ademais, concluíram que no sistema convencional os rendimentos são maiores e, portanto, há maior 'produção' de energia (energia contida nos produtos colhidos), mas no sistema orgânico a eficiência energética é maior.

Trabalhando com hortaliças, Gândara (1998) avaliou a eficiência energética de Sistemas Convencionais (SC) e Sistemas Orgânicos (SO) de produção de alface e beterraba, no Distrito Federal. As exigências energéticas mais expressivas no SC foram representadas pela energia incorporada em insumos industrializados (57 %), dos quais os adubos minerais representaram cerca de 48 % do investimento total. No SO, o investimento mais expressivo foi de energia biológica (95 %), representado pela mão-de-obra (18 %) e pelo adubo orgânico, à base de composto (75 %). A conversão de energia em biomassa comercial (cal cal^{-1}), no SC, apenas foi maior na alface (0,34 contra 0,24 do SO), sendo que o SO foi maior nos valores da beterraba (1,91 contra

1,12 do SC). Em valores de produtividade cultural (g cal^{-1}), o SO foi mais eficiente em ambas as culturas (0,12 e 0,61 contra 0,11 e 0,24). Embora a relação entre a produção de matéria seca por hora de trabalho tenha sido maior no SC (1,99 e 3,28 contra 0,34 e 1,59, na alface e beterraba, respectivamente), a relação entre a produção de matéria seca por Mcal de energia incorporada ou de energia fóssil, foi substancialmente maior em SO, indicando a menor dependência desse sistema com relação aos insumos externos.

Avaliando o comportamento de quatro espécies de hortaliças em cultivo protegido convencional (Tomate, Pepino, Berinjela e Pimentão), nas condições dos agricultores na região de Antalya, na Turquia, Ozkan et al. (2004) verificaram que os gastos energéticos têm sido elevados nestes sistemas de produção, variando de 19.181.022 kcal ha^{-1} para o pimentão até 32.211.113 kcal ha^{-1} para o pepino. Mesmo obtendo-se elevadas produtividades (por exemplo, 200 t ha^{-1} de tomate), os balanços energéticos têm sido relativamente baixos. A relação entre a quantidade de energia inserida na colheita (Saídas) e a quantidade gasta com insumos, materiais e serviços na fase de produção (Entradas), foi de 1,26 (tomate), 0,99 (pimentão), 0,76 (pepino) e 0,61 (berinjela).

Em trabalho realizado na Inglaterra por MAFF (2000), citado por Ozkan et al. (2004), verifica-se relato de balanços energéticos médios em cultivos convencionais, em torno de 2,15 para batata, 2,41 para cebola, 3,21 para repolho e 4,80 para cenoura. A média relatada para hortaliças orgânicas está em torno de 5,31, confirmando maior eficiência energética deste sistema produtivo.

Agricultura orgânica e eficiência energética

Registros constantes em diversos eventos nacionais no âmbito da Agroecologia têm destacado a necessidade de apoio à pesquisa e geração tecnológica nos sistemas orgânicos de produção. Empresas de Pesquisa e Universidades investiram pouco nesta área nas últimas décadas, fato que provocou grande deficiência de tecnologia no setor (SOUZA e CARMO, 1998). Por isso, a bibliografia científica, nacional e internacional, ainda é bastante

limitada em trabalhos dedicados ao estudo do fluxo de energia em sistemas orgânicos de produção, principalmente envolvendo espécies de hortaliças. Ademais, esse grupo de culturas, na maioria das vezes, é analisado no contexto do sistema produtivo, ao invés de análises por espécie.

A implementação da agricultura orgânica reverte a matriz energética, da dependência prioritária de energia fóssil não renovável, para uma dependência principalmente baseada em recursos naturais renováveis, especialmente em biomassa e esterco. Caminhando nesta direção, será evitado atingir o lamentável estágio alcançado pelos países desenvolvidos, que hoje são forçados a implementarem ações de preservação dos recursos naturais apenas como forma de “compensar” a degradação que têm provocado há anos sobre o meio ambiente, sendo aqueles que mais poluem e mais liberam CO₂ ampliando o efeito estufa no planeta. Muitas vezes, contam com subsídios governamentais nestas ações (ROCHA, 2003).

Segundo Capra (2002), a agricultura orgânica preserva e mantém os grandes ciclos ecológicos, integrando seus processos biológicos aos processos de produção de alimentos. Quando o solo é cultivado organicamente, o seu conteúdo de carbono aumenta, e assim a agricultura orgânica contribui para a redução do aquecimento do planeta. Este autor relata ainda que, Hawken et al. (1999) estimaram que o aumento do conteúdo de carbono dos solos esgotados do mundo inteiro, num ritmo plausível, faria com que todo carbono emitido pelas atividades humanas fosse reabsorvido.

Um fator adicional refere-se à sustentabilidade ambiental, pois os países subdesenvolvidos e em desenvolvimento poderão ser favorecidos em competitividade no mercado de alimentos orgânicos, se preservarem seus recursos naturais, principalmente quanto à utilização de biomassa, como fonte energética. A biomassa responde por cerca de 15% do uso de energia mundial, por ano, subindo para 38% quando se analisam apenas os países em desenvolvimento (HOFFMANN, 2005). Isso quer dizer que quase metade da população mundial se encontra virtualmente na dependência da biomassa para preparar os alimentos, aquecer-se e iluminar suas moradias.

A biomassa não é apenas fonte energética de subdesenvolvidos e populações rurais. Atualmente está presente em processos industriais e em programas energéticos, como o álcool em automóveis, e esta participação aumenta na medida em que novas tecnologias entram em escala transformando a natureza da matéria-prima e/ou alcançam eficiência concorrendo com tradicionais combustíveis, mormente derivados de petróleo (HOFFMANN, 2005).

Entretanto, deve-se estar atento quanto à definição correta das práticas e insumos a serem empregados, mesmo em sistemas orgânicos de produção, pois apesar de aportar menos energia de fontes não renováveis, podem incrementar o gasto total de energia no sistema produtivo, conforme indicam os dados comparativos da produção de morangos orgânicos e convencionais, em duas regiões distintas (Califórnia/EUA e Nanjing/CHINA), relatados por Gliessman (2000). Em termos de eficiência energética, todos os sistemas retornaram menos energia em produtos colhidos do que a quantidade de energia exigida para a produção. Porém, o sistema orgânico de Nanjing, com sua dependência quase total de energia renovável, tem o índice de saída/entrada não renovável muito mais alto do que simplesmente o de saída/entrada. Este retorno positivo (2,8/1) implica em maior sustentabilidade do que os outros sistemas.

Análises de sustentabilidade devem tomar por base a eficiência energética dos sistemas. A energia, por ter papel fundamental na natureza, é igualmente importante na terra, na água e nos recursos humanos associados à produção de alimentos. Portanto, sistemas orgânicos de produção, que sejam tecnicamente eficazes, ecologicamente corretos, economicamente viáveis e socialmente justos, tornam-se insustentáveis se não forem energeticamente eficientes. Por este motivo, o presente trabalho tem o propósito de estudar o balanço de energia na produção de hortaliças orgânicas, nas condições brasileiras, mais especificamente na região centro-serrana do Estado do Espírito Santo.

Objetivos

1. Caracterizar e analisar os balanços energéticos, relacionando as entradas com as saídas de energia dos sistemas orgânicos de 10 culturas olerícolas, monitorados no período de 1991 a 2000, na região centro-serrana do estado do Espírito Santo, visando gerar informações para direcionamento no melhor uso e transformação da energia.

2. Analisar a participação energética dos diversos componentes dos sistemas de produção das hortaliças, visando identificar aqueles de maior custo e gerar subsídios na busca de alternativas mais eficazes energeticamente.

3. Comparar os balanços energéticos e a participação dos componentes nos sistemas orgânicos com os padrões dos sistemas convencionais de produção da mesma região em foco, gerando uma base de dados e informações para subsidiar na busca de alternativas energéticas mais eficazes no cultivo de hortaliças.

2. MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com Comitre (1995), os rendimentos energéticos têm sido objeto de estudo de pesquisadores no desenvolvimento de metodologias destinadas a contabilizar as energias produzidas (*outputs*) e consumidas (*inputs*) em um determinado sistema, tanto em nível micro (representado por uma única atividade), como em nível macro (para todo um setor da economia). A procura de um denominador que permita comparações entre sistemas implica a hipótese de que é possível converter a uma mesma unidade calórica os diferentes processos produtivos, à semelhança de uma matriz de custos, em que todos os ítems de uma atividade são convertidos em valores monetários.

Seguindo essa premissa, a metodologia deste estudo consistiu na transformação de todos os coeficientes técnicos (materiais, insumos e serviços) em unidades de energia ou unidades calóricas equivalentes. Por não encontrar padronização definida na bibliografia nacional e internacional consultada, a unidade de medida de energia foi Quilocaloria (1 Kcal = 1.000 cal), por ser a unidade básica de mais fácil compreensão.

Foram comparadas as quantidades de energia embutidas nos produtos, após a colheita e classificação (produto comercial), com o total de energia investida na produção, obtendo-se assim o balanço energético de cada cultura. Os valores obtidos para este balanço podem ser menores que 1,0 (indicando balanço negativo, pois a energia gerada na forma de produtos foi menor do que aquela consumida no processo produtivo; iguais a 1,0 (indicando balanço nulo,

pois a energia gerada na forma de produtos foi igual àquela consumida no processo produtivo; ou maiores que 1,0 (indicando balanço positivo, pois a energia gerada na forma de produtos foi maior do que aquela consumida no processo produtivo).

Neste trabalho não foram contabilizadas as entradas de energia solar nos sistemas, por ser igual a todas as culturas e sistemas de produção, além de ser fonte “consumida” realizando ou não atividade agrícola.

Devido à ampla aplicação e interpretação do termo *sustentável*, esclarecemos que, no âmbito deste estudo, convencionou-se como *sustentável* energeticamente o sistema de produção que concentra quantidade de energia na colheita, maior do que aquela demandada na fase de produção, ou seja, apresenta balanço energético igual ou superior a 1,0.

Conforme orienta Mello (1989), um dos pontos de partida da metodologia de trabalho com avaliações energéticas é a definição dos limites do sistema. No presente caso, o limite de contabilidade energética de cada cultura compreendeu as fases desde o preparo do solo até a entrega do produto no mercado, englobando os gastos com embalagem e frete. A média das 10 culturas avaliadas foi convencionada como a média do sistema orgânico de produção, possibilitando avaliações comparativas ao sistema convencional padrão da região.

As culturas e o sistema foram estudados, conforme propõe parcialmente a metodologia de avaliação de Ferraro Júnior (1999), em função do valor calórico e do teor de proteína dos produtos. Foi também analisado os custos energéticos da produção de carotenóides totais no cultivo da cenoura e de licopeno no cultivo do tomate.

2.1. Caracterização do sistema orgânico de produção

Foram utilizados os dados sobre o manejo e o desempenho produtivo de 10 culturas olerícolas, monitoradas ao longo de 10 anos de manejo orgânico, na área experimental de agricultura orgânica do Centro Regional de Desenvolvimento Rural – CRDR-CS, do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, localizada na região serrana do Espírito Santo, na altitude de 950m, no município de Domingos Martins/ES.

Nesta região, a temperatura média das máximas nos meses mais quentes está entre 26,7 e 27,8°C e a média das mínimas nos meses mais frios entre 8,5 e 9,4°C.

A área experimental medindo 3,0 ha foi dividida em 16 talhões, caracterizados individualmente com relação a aspectos de solo desde o início do projeto. Os plantios sucessivos nestes talhões foram utilizados como repetições temporais do desempenho produtivo das diversas culturas olerícolas no sistema orgânico (**Figura 1**).

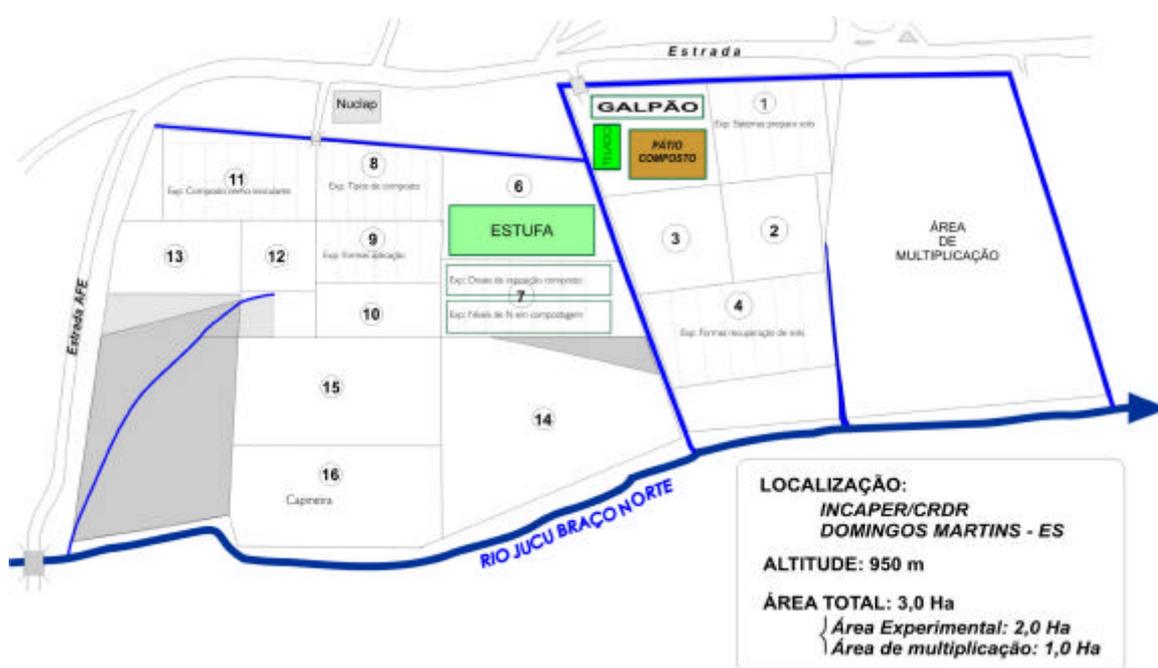


Figura 1 – Croqui da área experimental de agricultura orgânica do Centro Regional de Desenvolvimento Rural – CRDR-CS/INCAPER em Domingos Martins/ES.

Os métodos gerais adotados, além de seguirem os princípios da Agroecologia (SOUZA e RESENDE, 2003), foram aplicados conforme as determinações da legislação brasileira (Lei Nº 10.831, do Ministério da Agricultura, de 23/12/03), dentre os quais destacam-se: Compostagem orgânica; Adubação verde; Manejo de ervas espontâneas; Cobertura morta; Rotação e sucessão de culturas, Controle alternativo de pragas e doenças,

entre outros. A caracterização resumida dos principais métodos de produção, que nortearam a geração dos dados, está relatada a seguir.

Compostagem orgânica:

Foi utilizado composto orgânico, obtido da compostagem aeróbica de palhas e esterco de aviário, conforme orientações técnicas de Peixoto (1988). Os principais resíduos vegetais foram o capim meloso, disponível nas imediações da área experimental, os restos culturais (palha de milho, feijão, etc) e capim cameron produzido em capineiras.

Adubação verde:

Em cada talhão foram feitas rotações com as hortaliças, incluindo o adubo verde mucuna preta, que era plantado na área após 3 a 5 ciclos de cultivos comerciais em cada talhão.

Manejo de ervas:

Foi adotada a manutenção de faixas de vegetação espontânea ou corredores de refúgio entre os talhões de cultivo. Foi praticada a capina em faixas dentro dos plantios, de forma a evitar a competição entre as ervas e as culturas de interesse comercial, deixando-se estreita faixa de vegetação nas entrelinhas do plantio. Nas espécies cultivadas em canteiros, procedeu-se a eliminação total das ervas sobre o leito, mas preservando toda vegetação entre os canteiros (SOUZA, 1998).

Cobertura morta:

Foram aplicados ao solo, resíduos vegetais em cobertura da superfície, sem incorporação. Utilizou-se resíduos vegetais disponíveis no sistema de produção, especialmente capim Cameron triturado produzido localmente e palhada de capim meloso obtido nas imediações da área, de acordo com as atividades e espécies empregadas.

Rotação e sucessão de culturas:

Foi praticada a exploração equilibrada do solo pelo emprego da alternância das culturas nos diversos talhões, por meio da sucessão vegetal, e também a rotação de culturas entre as diversas unidades de solo. Não foram realizados plantios de solanáceas em sucessão na mesma área (ex.: tomate, seguido por plantio de batata), evitando aumentar a incidência de patógenos de solo e foliares nas culturas desta família. Foi praticada a rotação cultural nesta área experimental de três maneiras: hortaliças com hortaliças; hortaliças com leguminosas; e hortaliças com milho ou feijão, adotando-se o princípio de se cultivar de 3 a 5 espécies de hortaliças por talhão.

Manejo e controle de pragas e doenças:

Na área experimental foi buscado o equilíbrio ecológico, pelo plantio de espécies e variedades resistentes; pelo manejo correto do solo; pela adubação orgânica, com fornecimento equilibrado de nutrientes para as plantas; pelo manejo correto das ervas nativas; pela irrigação bem feita e pelo uso de rotação e consorciação de culturas. No caso de doenças e pragas mais persistentes, que atingiram nível de dano econômico, foram utilizadas principalmente as seguintes medidas: uso de extratos naturais (Nim, alho, primavera, arruda, etc); de caldas (bordalesa, sulfocálcica e biofertilizantes); do controle biológico (*Bacillus thuringiensis*) e de armadilha luminosa (especificamente para redução do ataque de brocas e da traça do ponteiro na cultura do tomate).

2.2. Base de dados

Os coeficientes técnicos (indicadores físicos) foram propostos por Souza (2005), no acompanhando e monitorando do sistema orgânico de produção de 10 culturas olerícolas, na área experimental de agricultura orgânica do CRDR-CS/INCAPER. Os desempenhos das produções orgânicas, extrapoladas para 1 ha de cada hortaliça, foram obtidos durante o período de 1991 a 2000.

Os índices médios de produtividade ao longo de 10 anos permitiram estimar as saídas de energia através da colheita de cada cultura, possibilitando relacionar com as entradas de energia (embutidas nos insumos, serviços, equipamentos e frete), visando compor o balanço energético. Na quantificação energética das entradas e das saídas, efetuou-se a transformação de todos os indicadores físicos e coeficientes técnicos, para seus respectivos equivalentes em Quilocalorias (kcal).

As culturas avaliadas, o número de plantios e o período envolvido na implantação dos respectivos campos experimentais, estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização das espécies de hortaliças submetidas ao estudo de balanço energético em sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006

Nome comum	Nome científico	Número de plantios	Período dos cultivos
Abóbora	<i>Cucurbita moschata</i>	12	1991 a 2000
Alho	<i>Allium sativum</i>	14	1991 a 1999
Batata	<i>Solanum tuberosum</i>	8	1991 a 1997
Batata-baroa	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	9	1991 a 2000
Batata-doce	<i>Ipomoea batatas</i>	13	1991 a 2000
Cenoura	<i>Daucus carota</i>	17	1991 a 1999
Couve-flor	<i>B. oleracea var. botrytis</i>	12	1992 a 1999
Repolho	<i>B. oleracea var. capitata</i>	15	1991 a 1999
Taro	<i>Colocasia esculenta</i>	6	1992 a 1999
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	9	1992 a 2000

Fonte: SOUZA (2005).

Como referencial comparativo ao sistema orgânico, foram utilizados os coeficientes técnicos médios dos sistemas convencionais de produção das mesmas espécies de hortaliças e a produtividade média usualmente alcançada na região (SOUZA, 2005). Estes componentes foram transformados em valores

calóricos, de forma análoga à metodologia aplicada no sistema orgânico de produção. Estes dados energéticos do sistema convencional constituíram a referência populacional, com a qual foram analisados comparativamente os desempenhos dos cultivos orgânicos.

2.3. Valores energéticos adotados

Devido à escassez de referências bibliográficas com tabelas condensando vários indicadores e respectivos valores calóricos (insumos, materiais, produtos, serviços etc), mais frequentemente usados pelos autores brasileiros em trabalhos nessa área, adotou-se principalmente os dados fornecidos por Pimentel (1980) para entradas e saídas de energia nos sistemas de produção de várias espécies e por Ferraro Júnior (1999), que apresenta vários índices médios dos valores calóricos de adubos, agrotóxicos, insumos orgânicos, serviços manuais e mecânicos.

Quanto aos componentes de características regionais e locais, como óleo diesel, energia elétrica, calcário e transporte, utilizou-se cálculos realizados no Brasil. Para sementes, composto orgânico e mão-de-obra, foi empregada metodologia própria na estimativa ou cálculo do processo, conforme detalhamento adiante. Quanto aos adubos químicos, inseticidas, fungicidas e herbicidas, utilizou-se valores que constam da bibliografia nacional e internacional, de acordo com as respectivas citações bibliográficas do **Anexo 1**.

Os custos e os benefícios energéticos da adubação verde, mesmo sendo prática empregada no projeto, não foram contabilizados, por dificuldades metodológicas na quantificação dos efeitos múltiplos e sistêmicos e, por não comprometerem as conclusões do estudo.

No **Anexo 1**, estão todos os valores, referentes a conteúdos e custos energéticos utilizados neste trabalho, com suas respectivas citações bibliográficas. Os detalhamentos desses valores estão relatados a seguir.

A - Insumos

Composto, esterco e resíduos vegetais:

Foi adotado o valor de 15 Kcal kg⁻¹ para resíduos vegetais e esterco de gado e o valor de 30 kcal kg⁻¹ para outras fontes de esterco, segundo Pimentel et al. (1984), citados por Ferraro Júnior (1999). Pelo fato da bibliografia disponível não citar os níveis de umidade destes insumos orgânicos, adotamos estes valores energéticos, independente do grau de umidade dos resíduos. Além disso, como o objetivo desse trabalho foi avaliar as entradas e saídas para cada cultivo, mesmo os insumos orgânicos internos à área experimental, como palhadas, mas externos aos cultivos, foram contabilizados.

Os custos energéticos de composto orgânico, encontrados na bibliografia consultada, foram muito variáveis. Verificou-se valores de 53 Kcal kg⁻¹ para composto feito na fazenda (GÂNDARA, 1998) até 2.000 Kcal kg⁻¹ para composto comercial (GLIESSMAN, 2000). Por este motivo, foi empregada metodologia própria de cálculo do dispêndio calórico do composto orgânico produzido na área experimental, convertendo toda a demanda energética consumida na forma de insumos, mão-de-obra e energia elétrica, realmente utilizada no sistema de produção, obtendo-se assim o valor de 25.700 kcal kg⁻¹ de composto a 50% de umidade final (forma utilizada nas adubações das culturas).

Detalhamento dos custos energéticos do composto orgânico:

Para a composição energética do composto orgânico, considerou-se que a capineira abastece 50% da necessidade de palhas. Os outros restos culturais gerados no próprio sistema (palha de milho, feijão, café etc...) representam os outros 50 % da necessidade. Considerou-se que o volume ocupado pelo esterco inoculante é insignificante (Tabela 2).

Este sistema de produção de composto se baseia na confecção de medas de 36,0 m³ (média do sistema), capaz de produzir 9.000 kg de composto pronto a 50% de umidade. Este tem sido o teor médio de umidade com o qual se tem realizado as adubações de plantio para as diversas culturas olerícolas.

Tabela 2 – Custos energéticos da produção de composto orgânico com 50% de umidade¹

A. INSUMOS:							
B.1. Esterco de galinha como inoculante da pilha (40 kg m ³).						1.440 kg	
B.2. Esterco galinha para adubação da capineira (350 m ²).						100 kg	
B.3. Óleo diesel (transporte de material).						4,1λ	
B.4. Energia elétrica para trituração do capim (motor 10 HP por 4 horas)						29,44 kwh	
B.5. Restos culturais para 18 m ³ (300 kg m ³).						5.400 kg	
B. MÃO-DE-OBRA:							
A.1. Roçada e transporte de capim e restos culturais						2,0 D/H	
A.2. Adubação e manejo da capineira por 6 meses						3,0 D/H	
A.3. Trituração do capim						0,5 D/H	
A.4. Confecção						2,0 D/H	
A.5. Reviramentos (4 vezes)						2,5 D/H	
A.6. 10 Irrigações						1,0 D/H	
C. VALORES CALÓRICOS:							
C.1. Esterco de galinha.						30 Kcal kg ⁻¹	
C.2. Óleo diesel.						8.484 Kcal litro ⁻¹	
C.3. Mão-de-obra (500 kcal por hora)						4.000 Kcal dia ⁻¹	
C.4. Energia elétrica (1 CV = 0,736 kwh)						860 Kcal kwh ⁻¹	
C.5. Restos culturais.						15 kcal kg ⁻¹	
D. TOTALIZAÇÃO E CUSTOS ENERGÉTICOS:							
Discriminação	Insumos				Mão de Obra (D/H)	Total composto (kg a 50% umidade)	Custo por ton. (kcal)
	Esterco de Galinha (kg)	Outros resíduos culturais ² (kg)	Óleo Diesel (l)	Energia elétrica (Kwh)			
Quantidade	1.540	5.400	4,1	29,44	11,0	9.000	25.700
Calorias	46.200	81.000	34.784	25.318	44.000	231.302	

¹ Fonte: SOUZA (2005). Média de 20 medas.

² Sem incluir o capim triturado, pois seus custos já estão considerados no processo.

Como informação adicional ao produtor orgânico, verifica-se na Tabela 2 um gasto total de 11 D/H para a obtenção de 9 t de composto (1,2 D/H por

tonelada). Por já estar inserido nos custos energéticos do composto, este quantitativo de mão-de-obra não está contabilizado nos gastos com o manejo das culturas. Observa-se também que se utilizaram dosagens diferenciadas para as culturas, ou seja, 15 t ha⁻¹ para a abóbora; 20 t ha⁻¹ para a batata-baroa e o taro e 30 t ha⁻¹ para as demais, conforme se verifica nas planilhas dos coeficientes técnicos de cada uma delas.

Biofertilizante líquido enriquecido:

O quadro a seguir resume os valores referentes ao custo calórico do biofertilizante.

Componentes e gastos de mão-de-obra no processo de fabricação de 1000 litros de biofertilizante líquido enriquecido:

Componentes	Quantidade	Custos calóricos (kcal)
Composto orgânico	100 kg	2.570
Mamona triturada (Massa fresca da parte aérea)	100 kg	1.500
Cinza vegetal (valor calórico baseado em 7% de K ₂ O)	20 Kg	2.240
Recipiente com capacidade para 1000 L de água	-	não considerado
Mão-de-obra (coleta de insumos, trituração, preparo e manejo do material por 10 dias)	1,2 D/H	4800
Energia elétrica (motor 10 HP por 20 minutos)	2,43 kwh	2.090
CUSTO TOTAL PARA 1000 LITROS		13.200
CUSTO POR LITRO		13

Sementes e Mudas:

Na definição do valor calórico das sementes botânicas multiplicadas no sistema produtivo e de outros propágulos vegetativos, foram feitos os cálculos dos gastos envolvidos nos processos, inserindo gastos com mão de obra na seleção, armazenamento e preparo das sementes e propágulos (valor médio de 2400 kcal dia⁻¹), além dos valores calóricos de 0 kcal kg⁻¹ para restos

culturais sugerido por Ferraro Júnior (1999) e nos conteúdos calóricos dos produtos sugeridos por Franco (1999), compondo a seguinte metodologia:

a) **Propágulo (“resto cultural”)**: Nas ramas de batata-doce e rebentos de batata-baroa não se adotou custos calóricos (0 kcal kg^{-1}), contabilizando apenas a mão de obra gasta na sua obtenção e preparo.

Batata-baroa: mão de obra do carregamento e armazenamento das coroas e rebentos em galpão (3 D/H) e do preparo das mudas em pré-plantio (10 D/H). Este total de serviços correspondeu a 36.000 kcal gastos na obtenção de 27.800 mudas por ha, ou seja, 1.295 kcal por mil mudas.

Batata-doce: mão de obra de enviveiramento (2 D/H), condução da sementeira por 4 meses (8 D/H) e coleta e preparo das ramas em pré-plantio (12 D/H), no total de 22 D/H (52.800 kcal) com obtenção de 33.300 mudas. O custo energético de mil mudas foi 1.586 kcal.

b) **Propágulo (produto)**: Nos tubérculos de batata-semente, bulbilhos de alho e rizomas de taro adotou-se o valor calórico do produto mais os gastos com serviços necessários ao transporte, armazenamento e preparo desses propágulos até o pré-plantio.

Alho: O valor calórico do alho-semente ($1.439 \text{ kcal por kg}$) foi baseado no gasto de 800 kg de sementes por ha (valor calórico do produto = $1.072.000 \text{ kcal}$) e no gasto de 33 D/H para todo o processo de armazenamento, debulha e preparo dos bulbilhos no pré-plantio (79.200 kcal).

Batata: O valor calórico da batata-semente foi 805 kcal por kg , com base no gasto de 60 caixas de batata-semente por ha ($1.200 \text{ kg} = 942.000 \text{ kcal}$) e 10 D/H no processo de armazenamento e limpeza periódica (24.000 kcal).

Taro: O valor calórico dos rizomas-semente foi 694 kcal por kg , baseado no gasto de 2.000 kg ha^{-1} (valor calórico do produto = $1.336.000 \text{ kcal}$), acrescido do gasto de 22 D/H no processo de armazenamento, carregamento de rizomas, transporte manual de palhadas e irrigações periódicas durante o processo de pré-enraizamento.

c) **Semente botânica de tomate:** Foi multiplicada ano a ano dentro do sistema. Seu valor calórico baseou-se no valor calórico dos frutos necessários à obtenção de 300 g de sementes secas, suficientes ao preparo de mudas para 1 ha (15 kg de frutos = 3.750 kcal) e no gasto calórico de 3 D/H = 7.200 kcal (serviços de coleta de frutos selecionados, extração e preparo das sementes). Assim sendo, obteve-se o valor calórico final de 36,5 kcal g⁻¹.

Quanto às sementes adquiridas no mercado (Abóbora, Cenoura, Couve-flor e Repolho), optou-se pelo método que avalia os custos energéticos pelos custos financeiros em relação à matriz energética, segundo Mello (1989). A obtenção do valor energético da moeda se deu pela razão entre o consumo de energia primária (kcal) e o PIB (Produto Interno Bruto, em Reais) no ano de 2004. Multiplicando-se esse fator obtido pelo preço da semente, determinou-se o seu custo energético. Em 2004, o PIB brasileiro foi de 1.766.621 x 10⁶ Reais e o consumo de energia primária divulgado no Boletim Energético Nacional - BEN 2005 (ano base 2004) foi 1.781.520.000 x 10⁶ kcal. Portanto, o valor energético da moeda brasileira no ano de 2004 foi 1.008,4 kcal Real⁻¹. Assim, os custos energéticos das sementes, adotados nesse trabalho foram:

Abóbora tetsukabuto (R\$ 0,75 por grama).....	756 kcal g ⁻¹
Abóbora moranga (R\$ 0,12 por grama).....	121 kcal g ⁻¹
Cenoura Brasília (R\$ 0,12 por grama).....	121 kcal g ⁻¹
Couve-flor Teresópolis precoce (R\$ 0,30 por grama).....	303 kcal g ⁻¹
Repolho híbrido (R\$ 1,35 por grama).....	1.361 kcal g ⁻¹

Essa metodologia não foi aplicada às sementes híbridas de tomate, tipo longa vida, usadas no sistema convencional, pois os preços alcançados por estas nos últimos anos (R\$ 235,00 por 1000 sementes ou R\$ 47,00 por grama), tornaria esta conversão completamente irreal, atingindo o custo calórico de 47.395 kcal g⁻¹. Dessa forma, as 250 g gastas por 1 ha somariam quase 12.000.000 kcal. Assim, para estas sementes, dada a paridade tecnológica, foram adotados os mesmos custos calóricos das sementes híbridas de repolho, isto é, 1.361 kcal g⁻¹.

Com essas metodologias e convenções, admitiu-se que não foram subestimados os valores calóricos das sementes usadas, pois são encontrados na bibliografia valores de sementes de beterraba a 13 kcal.g^{-1} (CHANCELLOR et al., 1980), de repolho a 30 kcal.g^{-1} (HOW, 1980), de alface e pepino a 4 kcal.g^{-1} (RYDER, 1980 e BAKER, 1980, respectivamente) e de melão a 50 kcal.g^{-1} (JOHNSON JÚNIOR e CHANCELLOR, 1980).

Minerais e corretivos:

Nitrogênio:

A variabilidade observada nos custos do nitrogênio não depende do nível de desenvolvimento do país, mas sim da localização das unidades de fabricação, processamento e armazenagem do insumo. Na bibliografia consultada constam valores variando de $14.700 \text{ kcal kg}^{-1}$ (GÂNDARA, 1998) até $25.000 \text{ kcal kg}^{-1}$ (FERRARO JÚNIOR, 1999). Neste estudo foi adotado o índice de Felipe Júnior et al. (1984), citados por Ferraro Júnior (1999), por analisarem a situação de unidades brasileiras, relatando o valor de $14.930 \text{ kcal kg}^{-1}$ de N.

Fósforo e Potássio:

Adotou-se os custos calóricos propostos por Lockeretz (1980), ou seja, 3.000 kcal e $1.600 \text{ Kcal kg}^{-1}$ de P_2O_5 e de K_2O , respectivamente, por serem valores que se situaram próximos às médias dos valores observados em várias referências e por serem os mais usuais em trabalhos de pesquisa. Pelo fato do Brasil importar a maioria do potássio utilizado na agricultura, este custo energético pode ser maior do que o utilizado neste trabalho.

Micronutrientes:

Por não encontrar referências e cálculos específicos para os micronutrientes, procedeu-se como Mello (1989) e Ferraro Júnior (1999), ou seja, seu custo energético médio foi estimado pela matriz energética brasileira

(1.008,4 kcal R\$⁻¹). Foi adotado então, a preços atuais (R\$ 64,00 por saco de 50 kg), o custo energético de 1291 kcal kg⁻¹.

Fosfato natural:

Não foi contabilizado o custo energético do fosfato natural no sistema orgânico, pois a fosfatagem é realizada apenas uma vez, visando à correção do solo no início dos plantios, pois o manejo orgânico dispensa nova aplicação de fosfato. Assim, pelo aproveitamento residual em vários plantios sucessivos, o fosfato tem custo energético insignificante.

Calcário dolomítico:

O custo energético médio do calcário, calculado por Macedônio e Picchioni (1985), incluindo consumo de óleo diesel e de energia elétrica (kwh) na extração e moagem, mais os gastos com transporte do produto (incluindo as condições de cada via de transporte) em diversas regiões no estado do Paraná, é 132.822 kcal por tonelada. Mello (1986) em Santa Catarina e Ferraro Júnior (1999) em São Paulo relatam 400.000 kcal/t. Considerando a similaridade das características regionais, especialmente referente às distâncias médias de transporte da fábrica aos diversos municípios, e a confiança no detalhamento do cálculo realizado, foi adotado o valor energético relatado por Macedônio e Picchioni (1985).

Cal virgem:

Foi adotado o custo calórico de 2.408 kcal kg⁻¹ para a cal virgem, conforme Mello (1989), por ser a única referência encontrada, além de estar representativo, pois da rocha calcária até a cal virgem, a calcinação em fornos especiais tem alto custo energético.

Sulfato de Cobre:

Em razão de não ter sido encontrado valores específicos na bibliografia, adotou-se o mesmo valor calórico do sulfato de potássio e do sulfato de magnésio, ou seja, 400 kcal kg^{-1} , devido à similaridade entre esses insumos (FERRARO JÚNIOR, 1999).

Calda bordalesa:

O custo calórico da calda bordalesa foi calculado, considerando os gastos necessários na elaboração dentro da propriedade rural, computando os custos energéticos dos insumos e da mão-de-obra, conforme a preparação manual de 100 L de calda bordalesa a 1%, mostrado a seguir.

- Sulfato de Cobre (1,0 kg).....: 400,0 kcal
- Cal virgem (0,4 kg).....: 963,2 kcal
- Mão-de-obra (1 hora/homem).....: 500,0 kcal

Assim sendo, o custo calórico para 100 litros de solução de pronto uso foi de 1.863,2 kcal, isto é, $18,6 \text{ kcal L}^{-1}$.

Óleo diesel:

A PETROBRAS, por meio dos setores de controle de qualidade das suas refinarias de petróleo e do Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello - CENPES, mantém atualizadas as características físico-químicas de todos os seus produtos, estabelecendo ao final de cada ano, os respectivos coeficientes médios. Dessa forma, encontra-se no Balanço Energético Nacional as massas específicas e poderes caloríficos inferiores (PCI) observados em cada ano. Assim, estes foram os valores empregados: óleo diesel com densidade de 840 kg m^{-3} ou $0,84 \text{ kg L}^{-1}$ e PCI de $10.100 \text{ kcal kg}^{-1}$ ou $8.484 \text{ kcal L}^{-1}$ (MINISTÉRIO..., 2005).

Agrotóxicos:

Por não haver diferenças marcantes, devido ao monopólio de poucas indústrias nesse setor, observa-se pequena variabilidade nos índices relatados na bibliografia consultada, quanto aos valores calóricos atribuídos aos agrotóxicos. Assim, de forma similar ao trabalho de Macedônio e Picchioni (1985), realizado no Paraná e de Gândara (1998), realizado em Brasília, os cálculos foram baseados nos valores médios relatados por Pimentel (1980a). As médias foram obtidas de todos os valores calóricos, por categoria, ou seja, de todas as formulações possíveis (concentrado emulsionável, líquido, pó molhável e pó granulado). No cálculo, as unidades foram convencionadas como litros de herbicidas e inseticidas, como quilogramas de fungicidas e como kg ou L dos demais pesticidas, obtendo-se os seguintes custos:

- Herbicidas: 83.572 kcal L⁻¹.
- Inseticidas: 60.393 kcal L⁻¹.
- Fungicidas: 50.083 kcal kg⁻¹.
- Para outros pesticidas (Acaricidas, Espalhante adesivo, etc...): adotou-se a média geral de 64.683 kcal por kg ou L do produto.

Esses valores estão acima da média verificada na bibliografia, porém considera-se como mais adequados à realidade brasileira, pois segundo Ferraro Júnior (1999), é significativa a distância que estes insumos percorrem no Brasil, cujo parque industrial é concentrado em São Paulo.

Energia elétrica (kwh):

Na bibliografia consultada, esse componente variou muito em valores calóricos. Dados do Ministério das Minas e Energia do Brasil relatam o valor médio 860 kcal kwh⁻¹, enquanto nas publicações internacionais encontramos valores de 859 Kcal kwh⁻¹ (CERVINKA, 1980) até 2.863 kcal kwh⁻¹ (PIMENTEL, 1980b).

O Boletim Energético Nacional - BEN até 2002 valorava a energia elétrica em 2.900 kcal kwh⁻¹. A partir da edição de 2003, passou a adotar os critérios internacionais mais usuais de conversão das unidades comerciais de energia em uma unidade comum de referência. Assim, na energia hidráulica e

eletricidade passaram a ser considerados os coeficientes de equivalência teórica, onde $1\text{ kwh} = 860\text{ kcal}$ (1º Princípio da Termodinâmica). Portanto, visando maior precisão foi utilizado o valor 860 kcal kwh^{-1} , publicado no Boletim Energético Nacional de 2004, pelo Ministério das Minas e Energia (MINISTÉRIO..., 2005).

B – Serviços

Serviços Mecânicos:

Na proposta de modelo de análise energética de agroecossistemas no Brasil, Mello (1989) adota na maquinaria agrícola, os valores relatados por Doering III (1980), considerando-se a paridade tecnológica, em relação a esses equipamentos, entre Brasil e EUA, por ser parte dos fabricantes nacionais subsidiária de empresas norte-americanas ou por comprarem tecnologia delas. De forma similar, Ferraro Júnior (1999) também se baseou nos índices de Doering III, e considerou a soma de: 1- energia “contida” nos materiais de cada máquina e implemento, incluindo pneus e 2- energia da fabricação, adicionando valor de peças de reposição e ajustando o valor total conforme a expectativa de vida útil da máquina e do implemento e a área média trabalhada por ano.

Os fatores de conversão adotados para os serviços mecânicos foram estimados por Ferraro Júnior (1999), que englobam os gastos com o trator, o implemento, o combustível e a mão-de-obra, consumidos na operação, ou seja, $136.010\text{ kcal ha}^{-1}$ na aração e $47.976\text{ kcal ha}^{-1}$ na gradagem. Baseado nestes valores e considerando as devidas proporções de peso do conjunto, consumo de combustível e mão-de-obra, foi utilizado o valor $10.035\text{ kcal ha}^{-1}$ referente ao preparo com enxada rotativa de micro-trator.

Serviços Manuais (Mão-de-obra):

O dispêndio energético do trabalhador varia conforme o esforço físico necessário à atividade (roçar, capinar, irrigar, dirigir um trator etc), e pode ser classificada ou agrupada em leve, média e pesada. Segundo a bibliografia disponível, a variação média tem sido 100 a 600 Kcal por hora, conforme

Gliessman (2000) e Ferraro Júnior (1999), ambos baseando-se em vários autores. Por este motivo, os gastos calóricos das diversas atividades executadas foram obtidos por estimativa, *proporcionalmente* ao esforço necessário na realização de cada atividade demandada, balizados no valor médio de 2400 kcal dia⁻¹ (300 kcal hora⁻¹), conforme detalhado no **Anexo 1**.

A definição da quantidade de mão-de-obra nas atividades de colheita, cura, limpeza, classificação/embalagem e transporte interno, também foram *proporcionais* ao volume da produção de cada campo, balizadas nas seguintes classificações, expressas em Dias/Homem (D/H), conforme se segue.

Abóbora:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	3.000	6.000	9.000	12.000	15.000
Colheita	8	9	10	11	12
Classificação/Embalagem	4	4	5	6	6
Transporte interno	4	4	5	6	6

Alho:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000
Cura	6	10	15	20	25
Limpeza/Toaleta	10	17	25	30	40
Classificação/Embalagem	6	12	18	25	30
Transporte interno	5	7	10	12	15

Batata:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	8.000	15.000	22.000	29.000	36.000
Classificação/Embalagem	10	20	30	40	50
Transporte interno	5	10	15	20	25

Batata-baroa:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	5.000	12.000	19.000	26.000	33.000
Lavagem	2	3	4	5	6
Classificação/Embalagem	20	40	60	80	100
Transporte interno	5	8	10	12	15

Batata-doce:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000
Lavagem	3	5	7	9	11
Classificação/Embalagem	15	30	45	60	75
Transporte interno	5	10	15	20	25

Cenoura:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	15.000	25.000	35.000	45.000	55.000
Lavagem	5	10	15	20	25
Classificação/Embalagem	40	70	100	130	160
Transporte interno	5	10	15	20	25

Couve-flor:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000
Colheita	5	7	10	12	14
Classificação/Embalagem	25	30	35	40	45
Transporte interno	5	7	10	12	14

Repolho:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	25.000	35.000	45.000	55.000	65.000
Colheita	10	13	16	19	22
Classificação/Embalagem	35	45	55	65	75
Transporte interno	10	13	16	19	22

Taro:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	15.000	25.000	35.000	45.000	55.000
Limpeza/Toilete ¹	10	17	23	30	37
Classificação/Embalagem	20	35	50	65	80
Transporte interno	7	10	13	17	20

¹ 1 D/H = Limpeza de 1.500 kg (62 caixas tipo K).

Tomate:

Atividades	D/H em função das produtividades (kg ha ⁻¹)				
	20.000	35.000	50.000	65.000	80.000
Colheita	30	40	50	60	70
Classificação/Embalagem	30	50	70	90	110
Transporte interno	8	12	15	19	23

C – Equipamentos e Sistemas

Irrigação:

Foram utilizados como referência, os dados médios do consumo de água na irrigação e o consumo médio de energia relatado por Lima et al. (2005), para as culturas de alho, batata e tomate. Quanto às demais culturas, o consumo de água e o custo energético foram estimados em função das respectivas exigências totais em água, descontando-se as estimativas médias de precipitações por espécie (em função de sua época de plantio na região). Tomou-se por base também os valores médios 0,131 kwh por m³ de água e 860 kcal por kwh.

Estes valores podem ser considerados representativos, dada a similaridade com a média geral do custo energético da irrigação, relatada por Gândara (1998), no Distrito Federal, que foi 716.000 kcal por ha para as culturas de alface e beterraba.

Custos energéticos para irrigação de 1 ha das culturas avaliadas.

Culturas	Consumo médio de água pela irrigação (m³ ha⁻¹)	Consumo de energia (kwh ha⁻¹)	Custo energético por ha (kcal)	Fonte
Abóbora	3.200	419	360.340	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Alho	4.870	637	547.820	Lima et al. (2005)
Batata	6.176	808	694.880	Lima et al. (2005)
Batata-baroa	4.500	590	507.400	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Batata-doce	2.800	367	315.620	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Cenoura	4.200	550	473.000	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Couve-flor	4.200	550	473.000	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Repolho	4.200	550	473.000	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Taro	4.500	590	507.400	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Tomate	5.900	772	663.920	Lima et al. (2005)

Embalagens plásticas:

Segundo Sakurai (2004) e IPT (2005), o valor energético dos plásticos (inclusive isopor = Poliestireno) é equivalente ao óleo combustível (em média 9.000 kcal kg⁻¹). Por esta razão podem-se constituir grande dispêndio energético. No sistema orgânico o padrão de embalagem mais usado são bandejas de isopor e o filme plástico. O peso aproximado de mil unidades completas (bandeja e filme plástico), com capacidade de comportar 500 g de produto é 8 kg, enquanto que para comportar 1 kg de produto é 10 kg. O peso apenas do filme plástico, usado na embalagem de 1000 frutos de abóbora ou cabeças de repolho, é 2,34 kg. Com base no custo energético médio relatado por Sakurai (2004) e pelo IPT (2005), o custo de 1000 unidades é:

- Embalagens de 500 g.....: 72.000 kcal 1000 emb.⁻¹
- Embalagens de 1 kg: 90.000 kcal 1000 emb.⁻¹
- Embalagens de abóbora e repolho: 21.060 kcal 1000 emb.⁻¹

Sacos plásticos telados:

Os valores energéticos dos sacos foram estimados, tendo por base os valores do plástico em geral ($9.000 \text{ kcal kg}^{-1}$) e seus pesos específicos médios (pois existe grande variabilidade no mercado), compondo os seguintes custos por unidade:

- Capacidade de 10 kg (alho): $30 \text{ g} = 270 \text{ kcal ud}^{-1}$.
- Capacidade de 20 kg (batata-doce e taro): $38 \text{ g} = 342 \text{ kcal ud}^{-1}$.
- Capacidade de 30 kg (repolho): $52 \text{ g} = 468 \text{ kcal ud}^{-1}$.
- Capacidade de 50 kg (abóbora e batata): $70 \text{ g} = 630 \text{ kcal ud}^{-1}$.

Caixas tipo 'K' e engradados de madeira:

O custo energético por caixa de madeira (padrão usado na embalagem de batata-baroa, cenoura e tomate) e por engradado (usado com couve-flor), foram calculados incluindo os custos com 3 kg de madeira processada por unidade (597 kcal kg^{-1}), 0,25 horas de serviço ($500 \text{ kcal hora}^{-1}$) e consumo de 30 gramas de pregos ($11.090 \text{ kcal kg}^{-1}$), totalizando $2.248,7 \text{ kcal}$ por unidade. Porém, estimando suas re-utilizações em 30 vezes, os custos energéticos individuais passam a ser diluídos a 75 kcal por unidade, por vez.

Frete:

No cálculo dos custos energéticos com frete, visando o transporte de produtos ao mercado ou ao ponto de venda, considerou-se o custo energético médio do setor de transportes rodoviários no Brasil, no ano de 2001, ou seja, $880 \text{ kcal por t km}^{-1}$. Este índice foi obtido pela razão entre o custo energético total do setor, relatados no BEN 2005 (MINISTÉRIO..., 2005) e o volume de carga transportada (AGÊNCIA..., 2005), ambos referentes ao ano 2001 ($42.946 \times 10^3 \text{ TEP}$ – Toneladas Equivalente Petróleo e $485.625 \times 10^6 \text{ Toneladas por Quilômetro Útil - TKU}$ ou t km^{-1} , respectivamente).

Para a quantificação energética do frete, levou-se em consideração que os princípios da agricultura orgânica recomendam, tanto quanto possível, a produção local e a venda direta ao consumidor, especialmente para minimizar

gastos com embalagens, economizar energia e conservar o frescor dos alimentos (NORBERG-HODGE et al., 2000, citados por CAPRA, 2002). Outro forte motivo para esta definição está fundamentado em Shiva (2000), citado por Capra (2002), que relata a importância do transporte na poluição do ar e cita que, estudos realizados na Alemanha indicam que a contribuição da produção não-local de alimentos para o aquecimento global é de seis a doze vezes maior do que a produção local, em virtude do aumento das emissões de CO₂.

Na análise dos dados, considerou-se então que tanto a produção orgânica, como a convencional, entregam seus produtos no mercado local, atribuindo distância simbólica de 10 km do local de produção. A decisão de adotar esta estratégia metodológica, se deve ao fato do frete poder representar *pouco* ou *muito* nos custos energéticos da cadeia produtiva das hortaliças, dependendo da distância do mercado. Por exemplo, se o transporte da produção de 1 ha de abóbora (7.326 kg) for feito em 200 km, os custos energéticos do frete se aproximam dos custos totais da fase de produção, ou seja, em torno de 1.500.000 kcal ha⁻¹.

D – Valor calórico e protéico dos produtos

O valor calórico dos produtos agrícolas depende da composição e da energia armazenada nas ligações químicas da sua constituição orgânica, segundo Loomis e Connor (1996). A energia armazenada nos alimentos/produtos vegetais é determinada pelo conteúdo bruto de calor, auferido via bombas calorimétricas. Entretanto, não foram realizadas análises dos produtos colhidos na área experimental, mas utilizados os valores médios descritos por Franco (1999), tendo por base o peso fresco das hortaliças.

Os valores energéticos e os conteúdos de proteína foram as bases do cálculo das quantidades totais de energia produzida pelas culturas e do custo energético da produção de proteínas no sistema orgânico, respectivamente (**Anexo 1**).

A qualidade dos produtos não foi considerada. O valor biológico dos produtos, ausência de contaminação com pesticidas e as características organolépticas dos produtos deveriam ser contabilizados no resultado.

Entretanto, por dificuldades metodológicas, optou-se em não inserir estes valores na avaliação.

2.4. Variáveis analisadas e procedimentos estatísticos

Os dados do sistema orgânico foram analisados e interpretados por meio da estatística descritiva, conforme Ogliari e Andrade (2005), Regazzi (1997) e Ribeiro Júnior (2004). Foram aplicados os recursos estatísticos na base de dados de vários campos de produção por espécie, repetidos no tempo ao longo de 10 anos, conforme tabelas contidas nos **Anexos 2 e 3**.

Após análise de todas as culturas individualmente, foi composta a análise média geral do sistema orgânico de produção, procedendo-se às discussões e comparações pertinentes. Os dados do sistema convencional foram caracterizados pela média regional dos indicadores físicos (materiais, insumos e serviços) utilizados em cada cultura, não sendo submetido à análise estatística e serviu de subsídio nas discussões dos resultados.

Variáveis analisadas:

Produtividade: Quantidade de produto gerado pelos cultivos e que atingiram padrão comercial após eliminação daqueles classificados como refugos. A unidade de medida adotada foi quilograma por hectare (kg ha^{-1}).

Saída de energia: Refere-se à conversão da quantidade de calorias exportadas pelas colheitas, inseridas em toda produção comercial alcançada em cada cultivo de cada espécie. Foram utilizados os valores energéticos de cada hortaliça, de acordo com Franco (1999). A unidade de medida adotada foi quilocaloria por hectare (kcal ha^{-1}).

Entrada de energia: Refere-se aos valores calóricos oriundos da conversão das quantidades de insumos, serviços, materiais, equipamentos e sistemas, demandados no cultivo de 1 hectare de cada cultura, em seus respectivos custos ou conteúdos calóricos, totalizando a quantidade de energia consumida no cultivo de cada campo. Incluem-se nessa variável, os gastos na

pós-colheita, com embalagens e frete do produto até o ponto de venda. A unidade de medida adotada foi quilocaloria por hectare (kcal ha^{-1}).

Balanco energético: Medida da eficiência energética de cada campo, sendo obtido da relação entre a quantidade de energia contida nos produtos colhidos (saídas) e a quantidade de energia consumida durante a fase de campo, nas embalagens e no transporte dos produtos/frete (entradas). A unidade de medida foi kcal kcal^{-1} , de forma que valores acima de 1,00 significam razão positiva e valores abaixo significam cultivo energeticamente negativo.

Produção protéica: Quantidade total de proteínas contidas nos produtos colhidos, com base nos teores percentuais propostos por Franco (1999). A unidade de medida foi quilograma por hectare (kg ha^{-1}).

Custo protéico: Custo calórico dispendido na produção de cada quilograma de proteínas. Valor obtido pela razão entre a quantidade total de energia consumida (entradas) e a produção protéica de cada campo. A unidade de medida foi quilocalorias por quilograma de proteína (kcal kg^{-1}).

Participação dos componentes nos gastos de energia: Foi calculado a participação percentual de cada componente nos gastos totais de energia de cada cultivo, dividindo-se o seu valor ou custo calórico pelo total de energia consumida (entradas). A unidade de medida foi a porcentagem (%).

Os *componentes* do sistema orgânico de produção foram: *Sementes, Composto orgânico, Irrigação, Caldas e Biofertilizantes, Serviços mecânicos, Serviços manuais, Embalagem e Frete.*

De forma análoga, os *componentes* do sistema convencional foram: *Sementes, Esterco de aviário, Calcário, Adubos minerais (Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Micronutrientes), Irrigação, Pesticidas (Herbicidas, Inseticidas, Fungicidas, Acaricidas e espalhante adesivo), Serviços mecânicos, Serviços manuais, Embalagem e Frete.*

Em ambos sistemas, o componente 'sementes' inclui as estruturas vegetativas, como rebentos, tubérculos, bulbilhos, rizomas, e ramas.

Também foram realizadas simulações do consumo de energia, da eficiência energética e da participação dos componentes, apenas referente à fase de campo de cada cultura, isto é, do preparo de solo à colheita, eliminando-se os custos com embalagem e frete. Esta abordagem se justifica devido ao fato que, na agricultura orgânica, muitos agricultores orgânicos não possuem estas etapas nos seus sistemas de produção (ou apenas uma delas).

Alguns entregam seus produtos, para empresas processadoras/distribuidoras, que se responsabilizam pela embalagem final, cabendo aos produtores apenas os custos com frete até à unidade processadora. Outros têm gasto apenas com embalagens, pois entregam seus produtos já prontos para serem distribuídos.

Outra situação é aquela em que os produtores não têm dispêndio com embalagens nem frete, pois seus produtos são entregues a empresas que buscam na propriedade. Nesta simulação, será observado que, para algumas culturas, a redução de custos é expressiva, e a adubação orgânica passa a ser o componente de maior dispêndio energético.

Recursos estatísticos:

a) Estatística descritiva e teste 't':

As análises estatísticas aplicadas às variáveis, dentro do sistema orgânico de produção, foram baseadas na estatística descritiva.

Na avaliação comparativa de cada cultura e da média do sistema orgânico em relação à referência populacional (sistema convencional), foi empregado o teste 't', considerando as duas situações seguintes:

- Comparação entre duas médias, na mesma cultura, em dois sistemas de produção (orgânico e convencional):

Foram feitas com a aplicação do “teste de t comparando duas médias independentes, quando a média populacional é conhecida”. A produção convencional é conhecida e foi considerada a referência populacional com a qual foi comparada a média amostral do sistema orgânico.

- *Comparação entre as médias dos sistemas orgânico e convencional:*

Foi aplicado o “teste t na comparação de duas médias independentes de populações normais, com variâncias desconhecidas”. Neste caso, analisou-se comparativamente as médias gerais de cada variável entre os dois sistemas de produção.

b) Análises de regressão:

As análises de regressão foram realizadas com o programa *Genes*, definindo o modelo mais apropriado para explicar a relação entre os seguintes pares de variáveis de maior interesse técnico:

- Produtividade vs Entrada de energia
- Produtividade vs Balanço energético
- Produtividade vs Produção e Custo protéico
- Entrada de energia vs Balanço energético
- Entrada de energia vs Produção e Custo Protéico
- Produção protéica vs Custo protéico

Na análise da participação percentual dos componentes nos custos calóricos de cada cultura, não foi aplicado o teste de médias comparando o sistema orgânico com o convencional, pois a distribuição percentual dos componentes é peculiar de cada sistema produtivo. Esses dados permitiram apenas a análise técnica e a apresentação gráfica ilustrativa do sistema orgânico, referenciando ao sistema convencional da região.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As planilhas, com toda a base de dados e os resultados das análises estatísticas de cada cultura estão no **Anexo 2**. Os dados e as avaliações estatísticas das médias do sistema orgânico estão no **Anexo 3**. Para facilitar a análise entre trabalhos com unidades energéticas diferentes, apresentamos uma tabela visando à conversão de unidades de medidas de energia no **Anexo 4**.

Na seção 3.1 apresentam-se a avaliação energética dos cultivos orgânicos por espécie, contendo as tabelas médias dos coeficientes energéticos e dos indicadores físicos, a participação energética dos componentes, a evolução do balanço energético e a relação entre as variáveis: produtividade, entrada de energia e balanço energético.

Na seção 3.2 procede-se uma análise média do sistema orgânico e aplica-se uma análise comparativa com o sistema convencional da região, tanto em termos de desempenho energético, como na abordagem dos componentes mais onerosos nos gastos de energia de cada um.

Na seção 3.3 aborda-se a sustentabilidade energética, baseada no atendimento de dois índices mínimos: *primeiro*: no balanço de energia do sistema, no sentido de haver saldo igual ou superior aos seus próprios gastos (balanço = 1,00) e *segundo*: no atendimento mínimo da produção de energia por área, suficiente para atendimento da demanda energética mundial mínima (calorias suficientes para a subsistência de 6 bilhões de pessoas).

Na seção 3.4. analisa-se o potencial e os custos energéticos do fornecimento de proteínas pelas hortaliças, para o caso de situações específicas de impossibilidade de atendimento por outras fontes protéicas clássicas. Para tanto, balizou-se no atendimento mínimo *per capita* de 37 g de proteínas por dia, o que encerra um índice de 0,72 kg ha⁻¹ de proteínas dia, para atender aos atuais 6 bilhões de pessoas no mundo, conforme relata Ferraro Júnior (1999).

Na seção 3.5, apresenta-se maior detalhamento da participação energética das embalagens plásticas no sistema orgânico. Esta abordagem justifica-se pela expressiva participação deste componente nos custos calóricos totais, para a maioria das culturas aqui analisadas.

3.1. Avaliação energética dos cultivos orgânicos

3.1.1. Cultivo orgânico da abóbora

O cultivo orgânico de abóbora se caracterizou pela baixa demanda de insumos, limitando-se a gastos com adubo orgânico e sementes, conforme se verifica nos coeficientes energéticos médios, obtidos dos 12 cultivos (Tabela 3). O total dos custos calóricos de cada componente, com suas respectivas participações no custo total, estão resumidos na Tabela 4. Verificou-se ainda que o cultivo orgânico da abóbora caracterizou-se também pela pequena utilização de mão-de-obra, totalizando 43,1 D/H. Para essa cultura a produção média foi de 7.326 kg ha⁻¹ de frutos comerciais.

Avaliando-se o balanço energético, constatou-se que, em média, a entrada de energia em 1 ha de abóbora foi 1.598.512 kcal, possibilitando a produção de energia de 2.930.333 kcal na colheita. Esses resultados revelam um saldo energeticamente positivo, propiciando balanço energético médio de 1,81 calorias por caloria gasta no processo produtivo. Visando discutir a evolução da cultura da abóbora no sistema orgânico, é mostrada a evolução do balanço energético ao longo dos 10 anos, conforme ilustrado na Figura 2.

O desempenho energético da cultura da abóbora não correspondeu às melhorias do ambiente ao longo dos anos, como equilíbrio ecológico ou aumento na fertilidade do solo. Houve balanços negativos em 1993, balanços extremamente positivos entre 1994 e 1996 e balanços próximos à neutralidade em 1997. A base de dados analisada indica que essa flutuação está diretamente relacionada com a produtividade, a qual é diretamente influenciada pelas condições climáticas do período de cultivo, especialmente pelo regime de chuvas no período de polinização.

Tabela 3 – Coeficientes energéticos médios de produção de 1 ha de abóbora em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Composto Orgânico	t	25.700	15	385.500	24,1
Semente Tetsukabuto	g	756	500	378.000	23,6
Semente Moranga	g	121	250	30.250	2,0
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					11,5
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					7,8
Preparo do Solo (covas)	D/H	4000	5	20.000	
Distribuição de Composto	D/H	3.600	6	21.600	
Plantio	D/H	1.500	1	1.500	
Desbaste	D/H	1.500	1	1.500	
Adubação em Cobertura	D/H	3.600	6	21.600	
Capinas	D/H	4.000	5	20.000	
Colheita(s)	D/H	2.400	9,7	23.280	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	4,7	4.700	
Transporte Interno	D/H	2.400	4,7	11.280	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	360.340	-	360.340	22,6
Embalagem (Nº frutos = 3.490)	mil	21.060	3,49	73.499	4,4
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	73,26	64.467	4,0
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	1.598.512	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	400	7.326	2.930.333	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	1,81	-
Produção protéica (C)	Kg	-	8,79	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	229.644	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 12 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela em variáveis relacionadas.

Tabela 4 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de abóbora em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico da abóbora	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	385.500	24,1
Sementes	408.250	25,6
Serviços mecânicos	183.986	11,5
Serviços manuais	(43,1 D/H) 125.460	7,8
Irrigação	360.340	22,6
Embalagem	73.499	4,4
Frete	64.467	4,0
TOTAL	1.598.512	100,0
Desvio Padrão	57.638	-

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 12 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

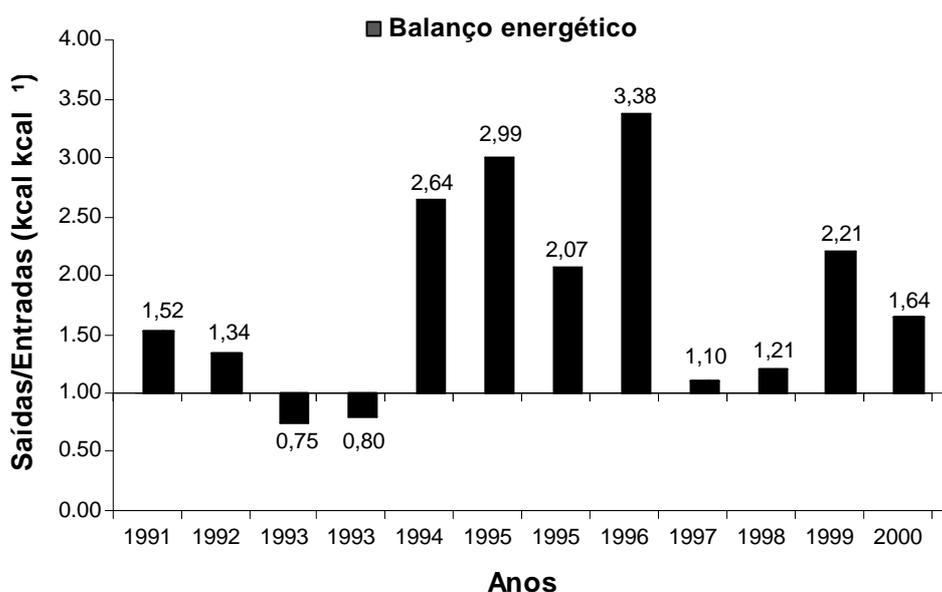


Figura 2 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de abóbora – INCAPER, 1991 a 2000. UFV: Viçosa, 2006.

Verificou-se que os componentes que mais oneraram energeticamente o cultivo orgânico da abóbora foram: as sementes, com 408.250 kcal (25,6%); o composto orgânico, com 385.500 kcal (24,1%) e a irrigação, com 360.340 kcal (22,6%). As participações relativas destes componentes e dos demais, estão ilustradas na Figura 3.

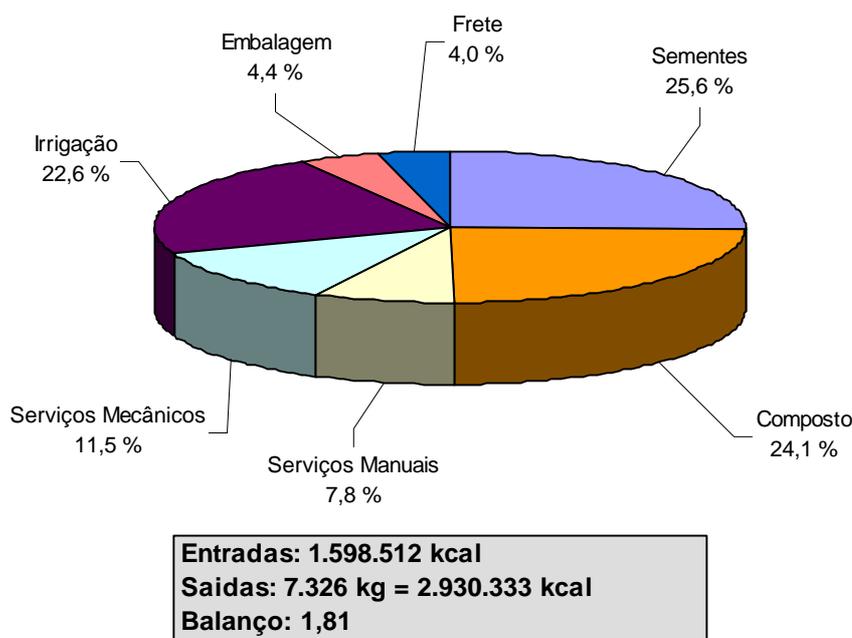


Figura 3 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de abóbora no sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006.

Comparando os resultados oriundos do sistema orgânico, com aqueles do sistema convencional de abóbora, mostrado na Figura 4, destacam-se diferenças marcantes na quantidade de energia injetada no sistema convencional, especialmente quanto ao nitrogênio, com 1.370.370 kcal (34,3%). Em segundo lugar, os pesticidas participaram com 425.574 kcal (10,6%) e as sementes com 408.250 kcal (10,3%).

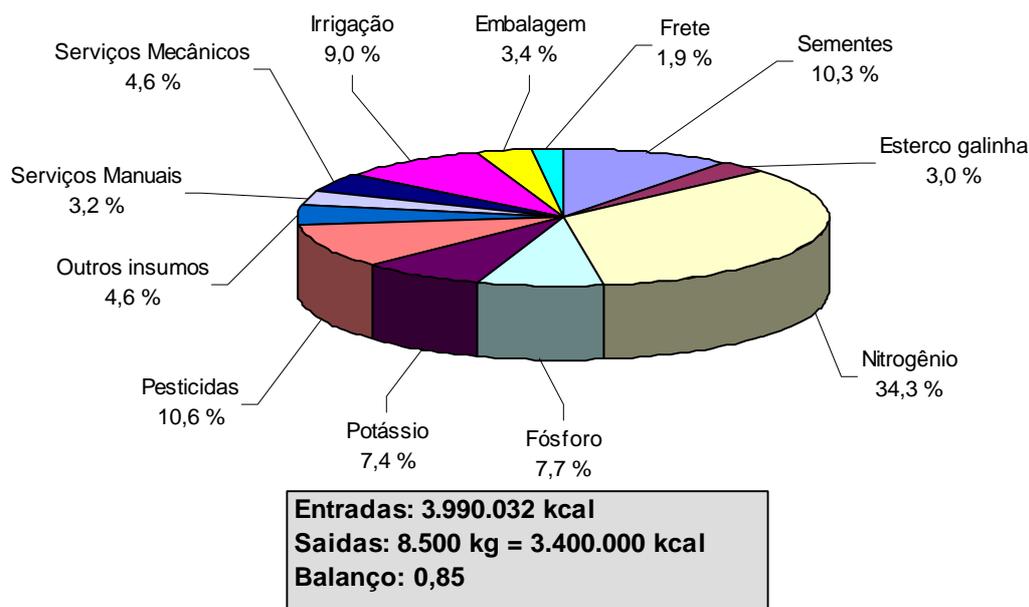


Figura 4 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de abóbora no sistema convencional. UFV: Viçosa, 2006.

As análises estatísticas comparativas do cultivo orgânico com o cultivo convencional de abóbora, não apontaram diferenças significativas na produtividade, energia de saída e produção de proteínas por hectare. Porém, houve diferenças significativas favoráveis ao sistema orgânico, com o gasto de energia 60% menor, balanço energético melhor (1,81 contra 0,85) e custo de proteínas mais baixo (229.644 kcal contra 391.180 kcal por kg de proteína (Tabela 5). O detalhamento dos dados pode ser verificado na Tabela 2A, do **Anexo 2**.

Nas análises de regressão verificou-se que há relação direta da produtividade de frutos com a entrada de energia no sistema (Figura 5A). Esta relação é devido ao fato da produtividade provocar aumento no consumo de mão-de-obra e nos gastos com embalagem e frete. Verifica-se que o aumento de uma unidade na produtividade, provoca-se um aumento de 15 unidades na entrada de energia, ou seja, para cada kg de abóbora produzido a mais, eleva-se em 15 kcal o gasto energético em um hectare. O maior dispêndio de energia favoreceu a eficiência energética da cultura, devido ao respectivo aumento no

rendimento de frutos comerciais, elevando linearmente o balanço energético com os incrementos nas entradas de energia (Figura 5B).

Tabela 5 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura da abóbora em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de frutos (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	7.325 a	2.930,3 a	1.598,5 b	1,81 a	8,79 a	229,6 b
CONVENCIONAL	8.500 a	3.400,0 a	3.990,0 a	0,85 b	10,20 a	391,2 a

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

A avaliação da Figura 6, quanto à distribuição dos componentes, se considerássemos os gastos energéticos apenas na fase de campo, revela que as entradas seriam reduzidas de 1.598.512 a 1.460.546 kcal ha⁻¹ e o balanço energético seria elevado de 1,81 a 2,01 kcal kcal⁻¹. Pela pequena participação das embalagens nos custos desta cultura, a ordem de participação dos principais componentes não seria alterada, permanecendo as sementes com maior custo, seguida de composto orgânico e irrigação.

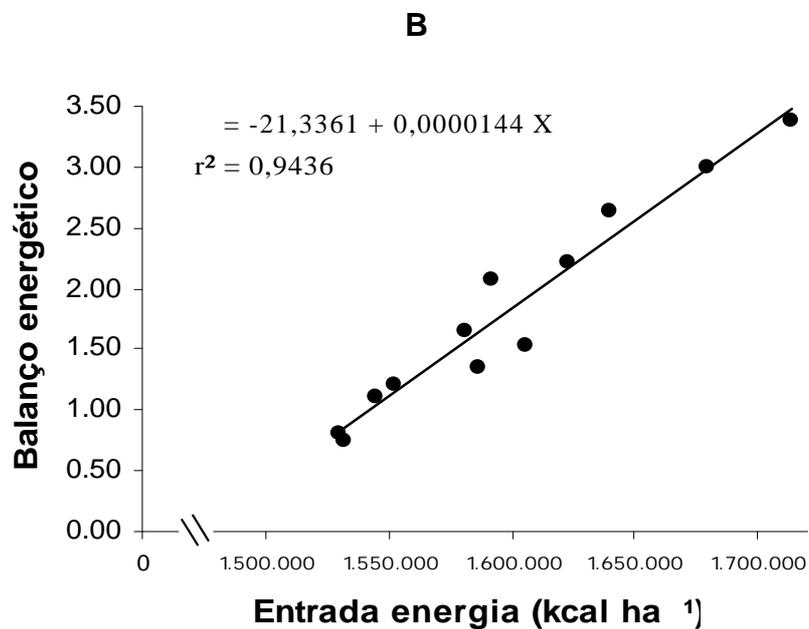
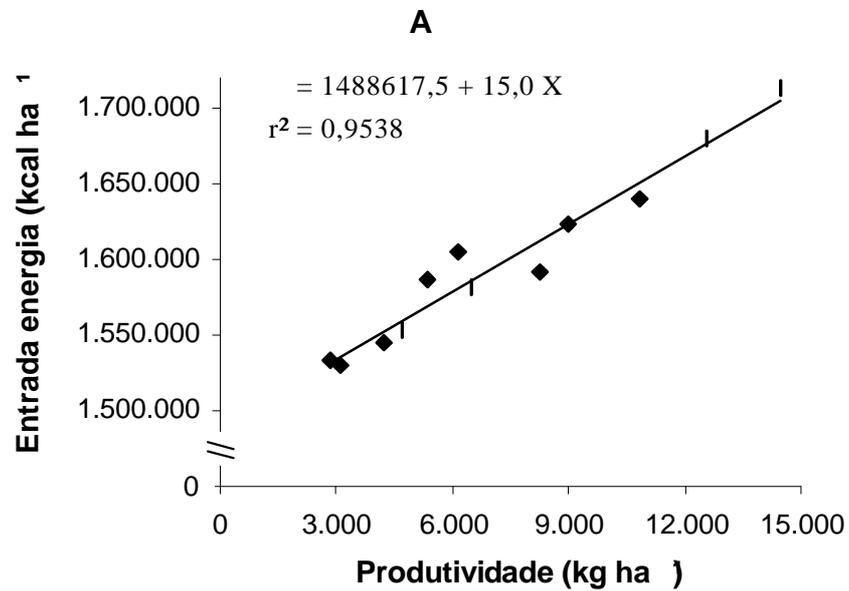


Figura 5 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção de frutos e às entradas de energia, no cultivo orgânico da abóbora. UFV: Viçosa, 2006.

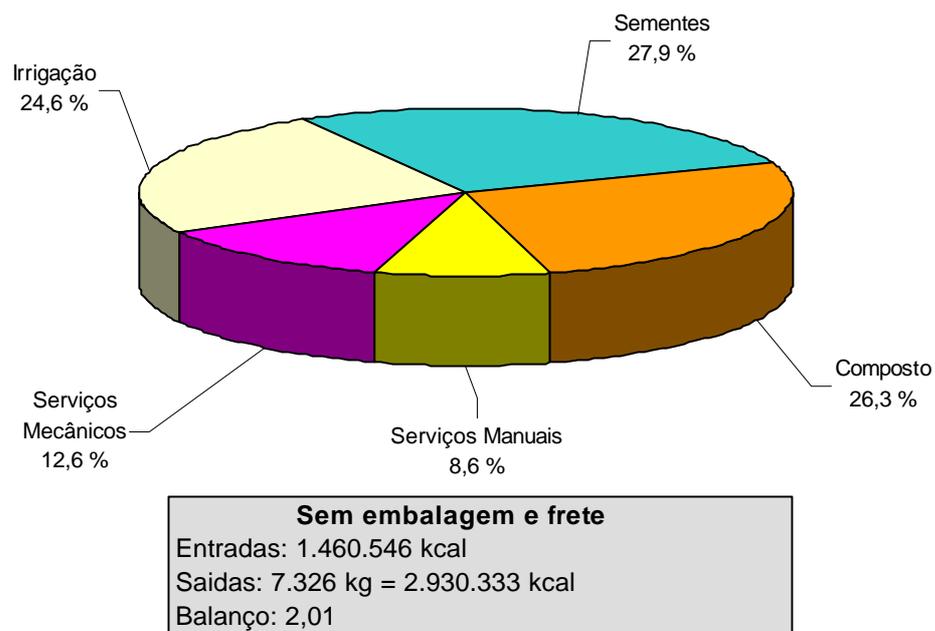


Figura 6 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de abóbora no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFV: Viçosa, 2006.

Cultivo convencional da abóbora:

Os detalhamentos dos dados energéticos do cultivo convencional de abóbora estão nas Tabelas 6 e 7. Os indicadores físicos confirmam a baixa demanda de mão-de-obra e os valores calóricos indicam ser uma das culturas de menor demanda de energia, entre as espécies analisadas neste trabalho. Em contrapartida, os dados confirmam a grande participação dos adubos minerais nos custos energéticos de sistemas convencionais de produção. No presente caso, o fornecimento de N-P-K foi responsável pelo aporte de 49,4% do total de energia gasta na produção, embalagem e transporte de abóboras.

Tabela 6 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de abóbora no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema Convencional	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Esterco de galinha	120.000	3,0
Sementes	408.250	10,3
Nitrogênio	1.370.370	34,3
Fósforo	306.000	7,7
Potássio	293.760	7,4
Pesticidas	425.574	10,6
Outros insumos	184.462	4,6
Serviços mecânicos	183.986	4,6
Serviços manuais	(48,0 D/H) 128.300	3,2
Irrigação	360.340	9,0
Embalagem	134.190	3,4
Frete	74.800	1,9
TOTAL	3.990.032	100,0

Tabela 7 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de abóbora no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Esterco Galinha	t	30.000	4	120.000	3,0
Semente Tetsukabuto	g	756	500	378.000	9,5
Semente Moranga	g	121	250	30.250	0,8
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	3,3
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	510	1.370.370	34,3
Fósforo (Super Simples)	kg	600	510	306.000	7,7
Potássio (18-00-36)	kg	576	510	293.760	7,4
FTE	kg	1291	40	51.640	1,3
Decis 25 CE	L	60.393	1	60.393	1,5
Microzol	L	50.083	6	300.498	7,5
Espalhante Adesivo	L	64.683	1	64.683	1,6
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					4,6
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					3,2
Aplicação de Calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Preparo do Solo	D/H	4.000	5	20.000	
Adubação Química	D/H	1.500	1	1.500	
Distribuição de Esterco	D/H	3.200	3	9.600	
Plantio	D/H	1.500	1	1.500	
Desbaste	D/H	1.500	1	1.500	
Adubação em Cobertura	D/H	1.500	1	1.500	
Capinas	D/H	4.000	10	40.000	
Pulverizações	D/H	2.400	3	7.200	
Colheita(s)	D/H	2.400	10	24.000	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	5	5.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	5	12.000	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	360.340	-	360.340	9,0
Embalagem (sacos cap. 50 kg)	ud	630	213	134.190	3,4
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	85,00	74.800	1,9
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-		3.990.032	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	400	8.500	3.400.000	
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	0,85	-
Produção protéica (C)	kg	-	10,2	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	391.180	-

3.1.2. Cultivo orgânico do alho

A base de dados para o estudo com essa cultura se encontra na Tabela 2B, do **Anexo 2**. A planilha completa com os coeficientes energéticos médios está na Tabela 8 e o resumo da participação dos componentes na Tabela 9. A média de produtividade dos 14 cultivos foi 6.102 kg ha^{-1} , resultando num total de energia equivalente a 8.176.967 kcal, exportado pela colheita (baseado na composição de 1340 kcal por kg, relatada por Franco, 1999). Considerando o gasto total de entradas de 4.539.328 kcal, o balanço energético médio foi 1,72 kcal por caloria investida. A cultura do alho se caracteriza tradicionalmente como grande demandadora de insumos e serviços, fato confirmado neste estudo, refletindo em grande quantidade de energia requerida para seu cultivo.

Os resultados desse trabalho mostraram que a característica peculiar desta cultura foi a evolução nos aspectos produtivos ao longo dos anos, com reflexos no desempenho energético, tendendo a maiores rendimentos de bulbos e eficiência energética nos últimos anos (Figura 7). Por ser exigente em nutrientes, atribuiu-se às melhorias nas características do solo, relatadas por Souza (2005), a causa dessa evolução. Verifica-se ainda na Figura 7 que o balanço energético teve grande amplitude total, variando desde o balanço negativo de 0,52 calorias por unidade, até o balanço positivo de 2,65 calorias por unidade investida.

No cultivo orgânico do alho, os bulbilhos-semente representaram o maior custo energético, participando com 25,7% do total. Os demais componentes mais onerosos foram em ordem decrescente: embalagem (18,5%), a mão-de-obra (18,4%) e o composto orgânico (17,2%). No cultivo convencional destacaram-se pelo maior custo o nitrogênio (19,0%), os pesticidas (18,2%) e o alho-semente (16,3%), conforme ilustram as Figuras 8 e 9.

As análises estatísticas comparativas entre os sistemas de cultivo orgânico e convencional de alho revelaram diferenças significativas nos gastos de energia e no balanço energético. O cultivo orgânico foi mais eficiente energeticamente, por causa dos menores gastos calóricos e maiores balanços (Tabela 10). O detalhamento dos dados pode ser verificado na Tabela 2 B, do **Anexo 2**. Para as demais variáveis (produtividade comercial de bulbos, saída de energia, produção de proteínas e custo protéico) os sistemas mostraram valores similares, não havendo diferenças estatísticas, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Coeficientes energéticos médios de produção de 1 ha de alho em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Composto Orgânico	t	25.700	30	771.000	17,2
Alho-semente	kg	1.439	800	1.151.200	25,7
Calda bordalesa	L	19	6.400	121.600	2,7
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS					4,1
Aração	-	136.010		136.010	
Gradagem	-	47.976		47.976	
MANUAIS					18,4
Obtenção de Palhas	D/H	3.200	40	128.000	
Preparo de solo (canteiros)	D/H	4.000	30	120.000	
Distribuição de Composto	D/H	3.600	6	21.600	
Plantio	D/H	1.500	50	75.000	
Aplicação de Cobertura Morta	D/H	3.200	25	80.000	
Adubação em Cobertura orgânica	D/H	3.600	10	36.000	
Capinas	D/H	4.000	30	120.000	
Aplicação de Calda Bordalesa	D/H	2.400	16	38.400	
Colheita	D/H	2.400	30	72.000	
Cura	D/H	2.400	15,1	36.240	
Limpeza	D/H	2.400	24,7	59.280	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	18,9	18.900	
Transporte Interno	D/H	2.400	9,9	23.760	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	547.820	-	547.820	12,3
Embalagem (500 g)	mil	72.000	12,20	878.400	18,5
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	61,02	53.698	1,1
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	4.539.328	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	1340	6.102	8.176.967	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	1,72	-
Produção protéica (C)	kg	-	32,34	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	185.947	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 14 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela em variáveis relacionadas.

Tabela 9 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de alho em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico do alho	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	771.000	17,2
Alho-semente	1.151.200	25,7
Calda Bordalesa	121.600	2,7
Serviços mecânicos	183.986	4,1
Serviços manuais	(305,6 D/H) 829.180	18,4
Irrigação	547.820	12,3
Embalagem	878.400	18,5
Frete	53.698	1,1
TOTAL	4.539.328	100,0
Desvio Padrão	542.109	-

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 14 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

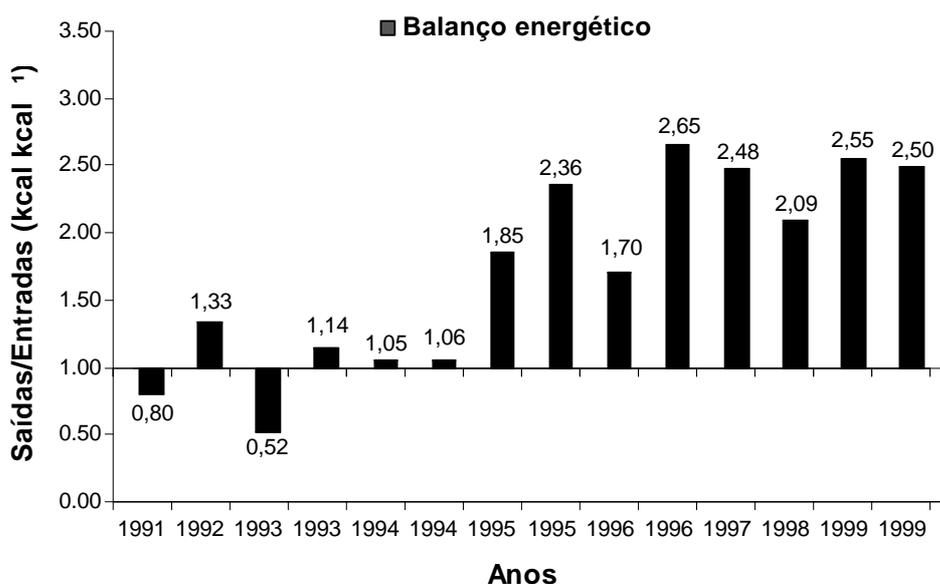


Figura 7 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de alho – INCAPER, 1991 a 1999. UFV: Viçosa, 2006.

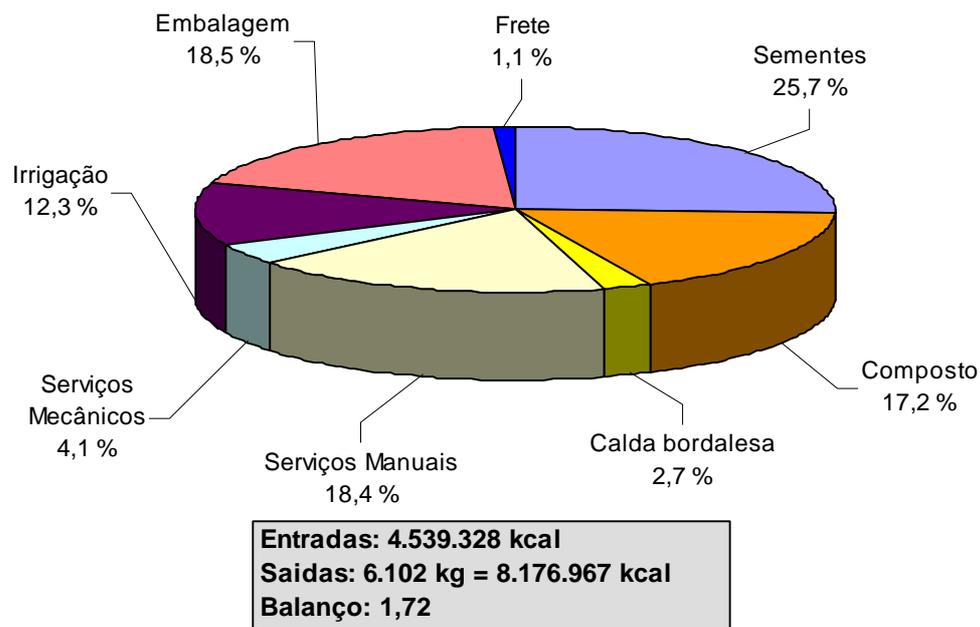


Figura 8 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de alho no sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006.

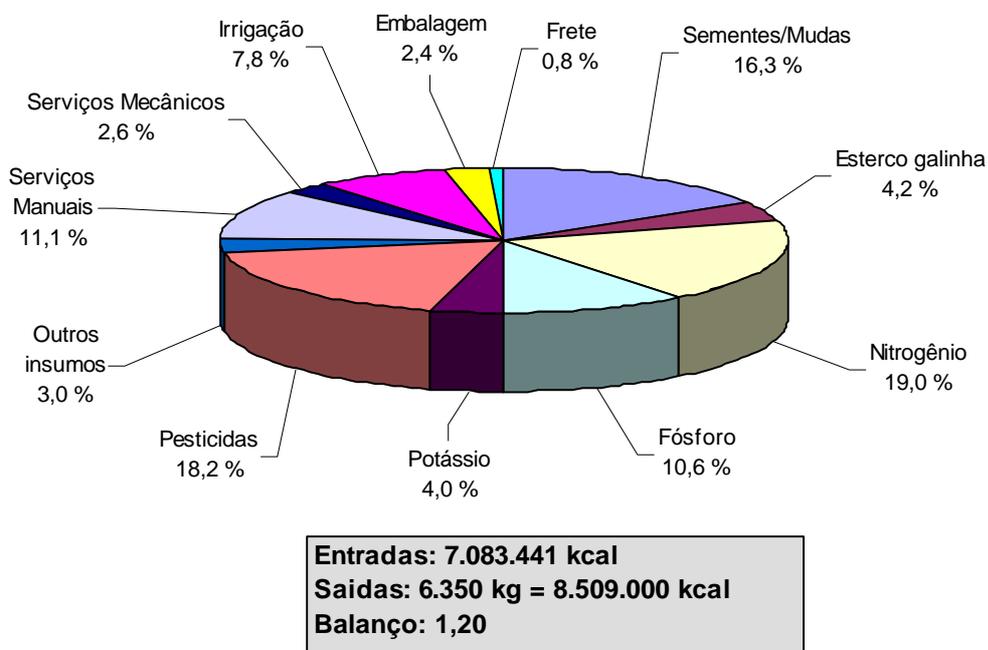


Figura 9 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de alho no sistema convencional. UFV: Viçosa, 2006.

Tabela 10 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura do alho em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de bulbos (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	6.102 a	8.177,0 a	4.539,3 b	1,72 a	32,34 a	185,9 a
CONVENCIONAL	6.130 a	8.509,0 a	7.083,4 a	1,20 b	33,65 a	210,5 a

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

A relação entre a produtividade comercial de bulbos e a entrada de energia gasta no processo produtivo apresentou melhor ajuste no modelo linear simples. Isto se deve à produção de bulbos ter aumentado os gastos com mão-de-obra na fase final da cultura, além da maior quantidade de embalagens requerida e maior peso transportado no frete (Figura 10 A). Nesse sentido, verificou-se que para kg de alho aumentado na produção, provocou-se um aumento de 171,8 kcal ha⁻¹ no gasto de energia. A relação entre a entrada de energia e o balanço energético teve melhor ajuste no modelo quadrático, com tendência de efeitos menos intensos nos níveis mais altos de gastos de energia (Figura 10 B).

A ilustração da Figura 11, quanto à distribuição dos componentes apenas da fase de campo, revela que as entradas seriam reduzidas de 4.539.328 para 3.607.230 kcal ha⁻¹ e o balanço energético elevaria de 1,72 para 2,27 calorias por unidade investida. Assim, a mão-de-obra se tornaria o segundo componente mais oneroso, com a participação dos principais componentes sendo alterada para: sementes (31,9%), mão-de-obra (23,0%) e composto orgânico (21,4%) e irrigação (15,4%).

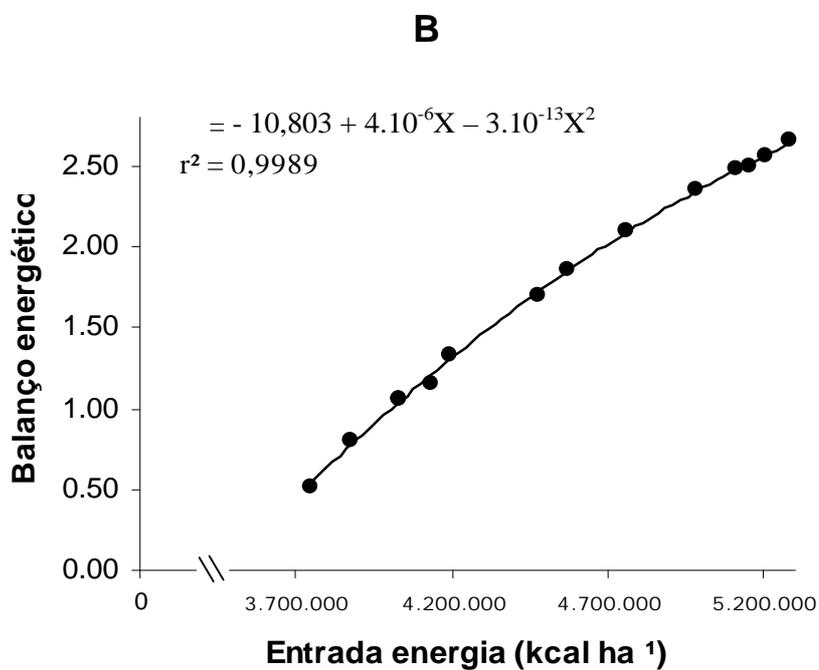
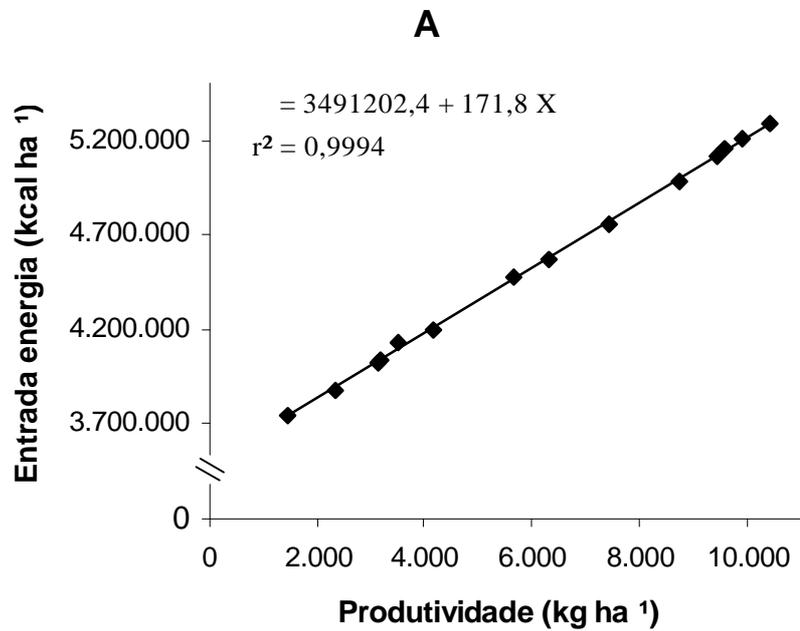


Figura 10 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção de bulbos e às entradas de energia, no cultivo orgânico do alho. UFV: Viçosa, 2006.

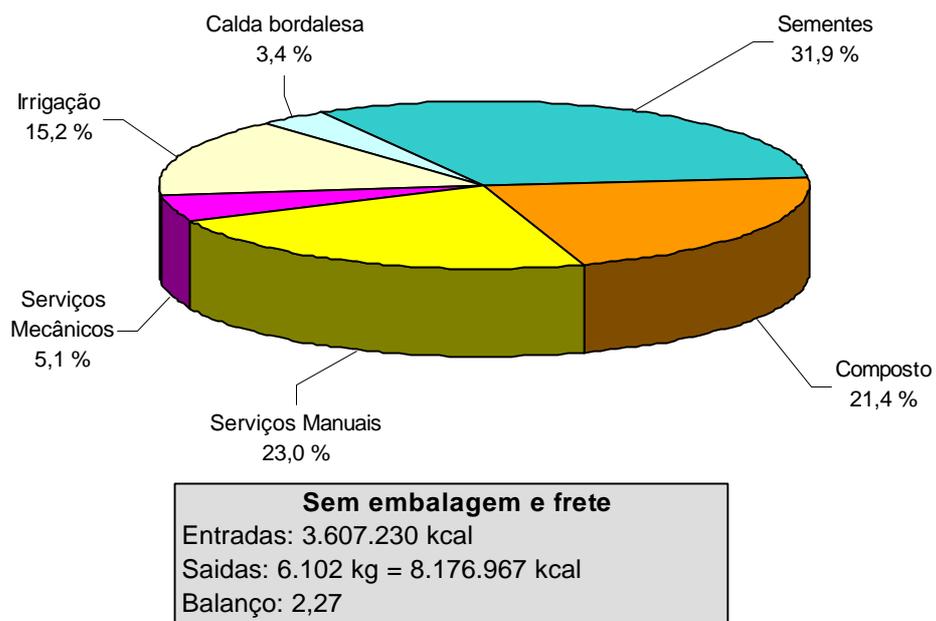


Figura 11 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de alho no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFV: Viçosa, 2006.

Cultivo convencional do alho:

O desempenho energético médio da cultura do alho, cultivado no sistema convencional, está resumido nos custos calóricos de cada componente e nas suas participações relativas no total de entrada de energia (Tabela 11). O detalhamento dos coeficientes energéticos pode ser verificado na Tabela 12.

Verificou-se que o nitrogênio, os pesticidas e as sementes (bulbilhos) foram aqueles que mais oneraram o custo energético dessa cultura. Nesse sistema de cultivo, o alho-semente representou 16,3% e as embalagens em sacos telados representaram 2,4%. No cultivo orgânico, o alho-semente e as embalagens em bandejas de isopor foram bem mais representativos nos gastos calóricos, representando 25% e 18,5%, respectivamente.

Tabela 11 – Participação energética percentual dos componentes da produção de 1 ha de Alho no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema Convencional	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Esterco de galinha	300.000	4,2
Sementes	1.151.200	16,3
Nitrogênio	1.343.500	19,0
Fósforo	750.000	10,6
Potássio	288.000	4,0
Pesticidas	1.293.850	18,2
Outros insumos	214.155	3,0
Serviços mecânicos	183.986	2,6
Serviços manuais	(295,0 D/H) 783.600	11,1
Irrigação	547.820	7,8
Embalagem	171.450	2,4
Frete	55.880	0,8
TOTAL	7.083.441	100,0

Tabela 12 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de alho no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Esterco de Galinha	t	30.000	10	300.000	4,2
Alho-semente	kg	1439	800	1.151.200	16,3
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	1,9
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	500	1.343.500	19,0
Fósforo (Super Simples)	kg	600	1.250	750.000	10,6
Potássio (18-00-36)	kg	576	500	288.000	4,0
FTE	kg	1291	40	51.640	0,7
Bórax	kg	1.291	15	19.365	0,3
Sulfato de Zinco	Kg	1.291	8	10.328	0,1
Gesagard 800	kg	83.572	2	167.144	2,3
Dithane PM	kg	50.083	10	500.830	7,1
Manzate 800	kg	50.083	10	500.830	7,1
Decis 25 CE	L	60.393	1	60.363	0,8
Espalhante adesivo	L	64.683	1	64.683	0,9
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS					2,6
Aração	-	136.010		136.010	
Gradagem	-	47.976		47.976	
MANUAIS					11,1
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Obtenção de Palhas	D/H	3.200	40	128.000	
Preparo de solo (canteiros)	D/H	4.000	30	120.000	
Adução Química	D/H	1.500	4	6.000	
Aplicação de Esterco	D/H	3.200	8	25.600	
Plantio	D/H	1.500	50	75.000	
Aplicação de Cobertura Morta	D/H	3.200	25	80.000	
Adução em Cobertura mineral	D/H	1.500	5	7.500	
Capinas	D/H	4.000	20	80.000	
Aplicação de Herbicida	D/H	2.400	2	4.800	
Pulverizações	D/H	2.400	23	55.200	
Colheita	D/H	2.400	30	72.000	
Cura	D/H	2.400	15	36.000	
Limpeza	D/H	2.400	25	60.000	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	5	5.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	10	24.000	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	547.820	-	547.820	7,8
Embalagem (sacos cap. 10 kg)	ud	270	635	171.450	2,4
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	63,50	55.880	0,8
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	7.083.441	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	1340	6.350	8.509.000	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	1,20	-
Produção protéica (C)	kg	-	33,65	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	210.503	-

3.1.3. Cultivo orgânico da batata

O cultivo da batata no sistema orgânico teve comportamento bastante diferenciado daquele tradicionalmente conhecido no sistema convencional. A batata demanda grande quantidade de insumos (especialmente adubos e pesticidas) de modo a alcançar produtividades compensadoras. Pelo fato do cultivo orgânico depender do emprego de cultivares tolerantes a doenças com relativo grau de rusticidade, o uso de insumos para prevenção e controle de doenças é reduzido, limitando-se apenas ao emprego da calda bordalesa na proteção contra fungos foliares (Tabela 13).

Na Tabela 2C, do **Anexo 2**, nota-se que a produtividade de tubérculos foi bastante variável, desde 7.274 kg ha⁻¹ até 35.348 kg ha⁻¹, gerando amplitude total extremamente alta (28.074 kg ha⁻¹). O coeficiente de variação dos dados foi relativamente elevado (C.V. = 54,6%), agravado por estas variações de rendimento ocasionadas principalmente pelo estado fitossanitário de cada campo e pelo pequeno número de plantios realizados com esta cultura (n = 8).

O total dos custos calóricos dos componentes e suas participações no custo total estão resumidos na Tabela 14. O total de gastos de energia em 1 ha foi 5.226.811 kcal, com a produção de energia 15.269.133 kcal na colheita, revelando o saldo bastante positivo. Dessa forma, o balanço energético médio foi 1,81 calorias por caloria gasta no processo produtivo. A evolução do balanço energético ao longo dos anos está ilustrada na Figura 12, onde verifica-se que este foi positivo em todos os cultivos realizados, com a produção de energia superando os gastos, variando de 1,43 até 4,06 calorias geradas por unidade investida. Estes valores distribuíram-se aleatoriamente no tempo, sem tendência progressiva ou regressiva. Comparado ao valor médio de 1,02 calculado por Comitê (1995), para o balanço energético desta cultura no Brasil (no ano de 1990), verificamos que o manejo orgânico apresenta-se bastante favorável em termos de eficiência energética.

No cultivo orgânico da batata (Figura 13), a ordem decrescente da participação dos principais componentes nos custos energéticos foi: embalagem (31,4%), batata-semente (19,2%), composto orgânico (15,3%) e irrigação (13,8%). Já no cultivo convencional (Figura 14), as maiores participações foram do nitrogênio (28,7%) e dos pesticidas (21,8%), fazendo com que as batatas-plantas tornassem pouco representativas em termos de energia, com apenas 9,7%.

Tabela 13 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS.					
Composto Orgânico	t	25.700	30	771.000	15,3
Batata-semente	kg	805	1.200	966.000	19,2
Calda Bordalesa	L	19	8.000	152.000	3,0
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					3,6
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					10,6
Preparo de Solo (sulcos)	D/H	4.000	10	40.000	
Distribuição de Composto	D/H	3.600	12	43.200	
Plantio	D/H	1.500	15	22.500	
Adubação em Cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	
Amontoa	D/H	4.000	20	80.000	
Aplicação de calda bordalesa	D/H	2.400	24	57.600	
Colheita	D/H	4.000	50	200.000	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	30,6	30.600	
Transporte Interno	D/H	2.400	14,8	35.520	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	694.880	-	694.880	13,8
Embalagem (1 kg)	mil	90.000	19,45	1.750.500	31,4
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	194,51	171.169	3,1
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	5.226.811	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	785	19.451	15.269.133	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	2,74	-
Produção protéica (C)	kg	-	35,01	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	182.106	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 8 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela em variáveis relacionadas.

Tabela 14 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de batata em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico da batata	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	771.000	15,3
Batata-semente	966.000	19,2
Calda Bordalesa	152.000	3,0
Serviços mecânicos	183.986	3,6
Serviços manuais (184,4 D/H)	538.220	10,6
Irrigação	694.880	13,8
Embalagem	1.750.500	31,4
Frete	171.169	3,1
TOTAL	5.226.811	100,0
Desvio Padrão	1.085.200	-

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 8 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

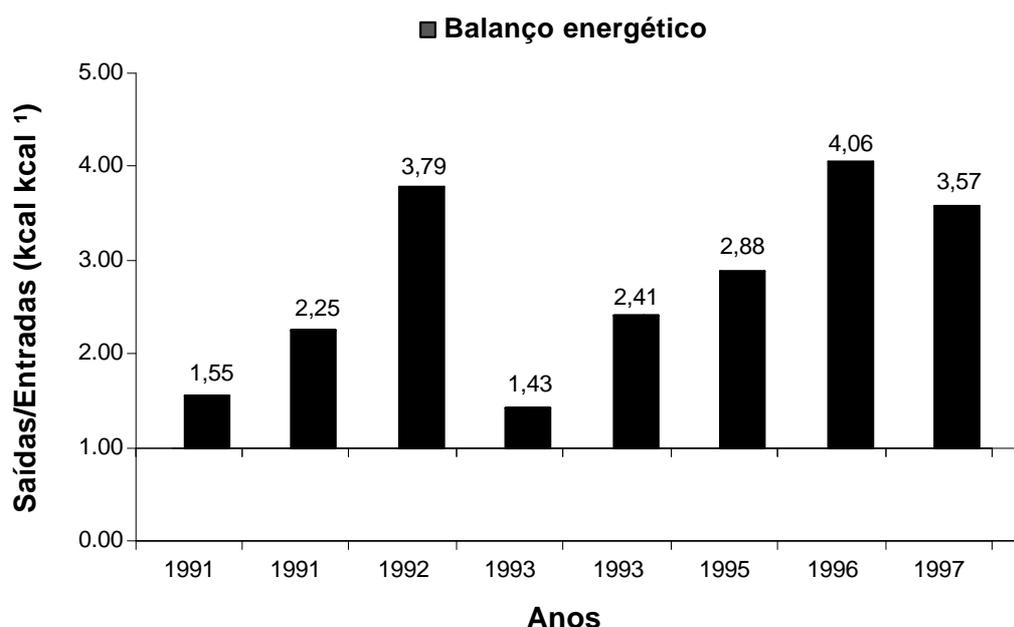


Figura 12 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de batata – INCAPER, 1991 a 1997. UFV: Viçosa, 2006.

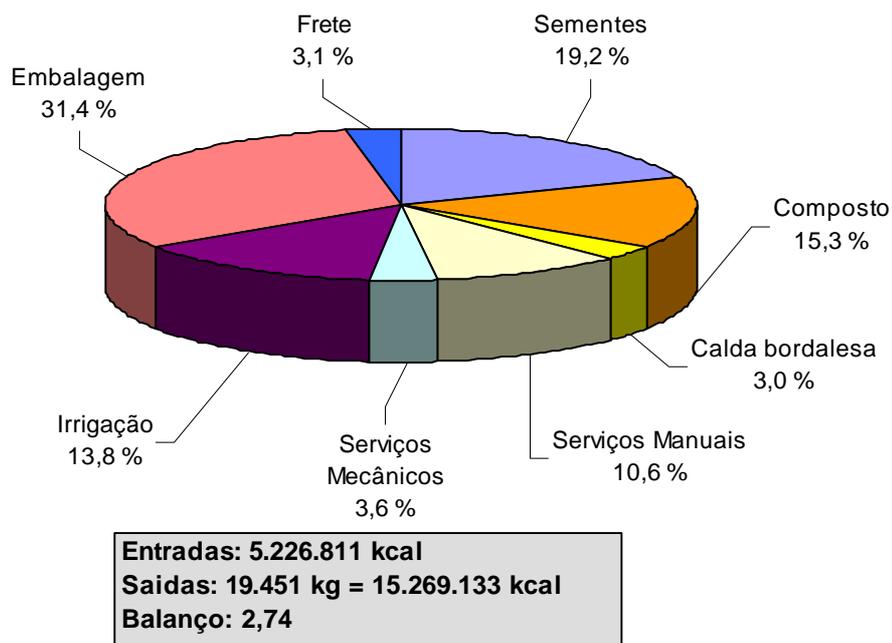


Figura 13 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de batata no sistema orgânico. UFV:Viçosa, 2006.

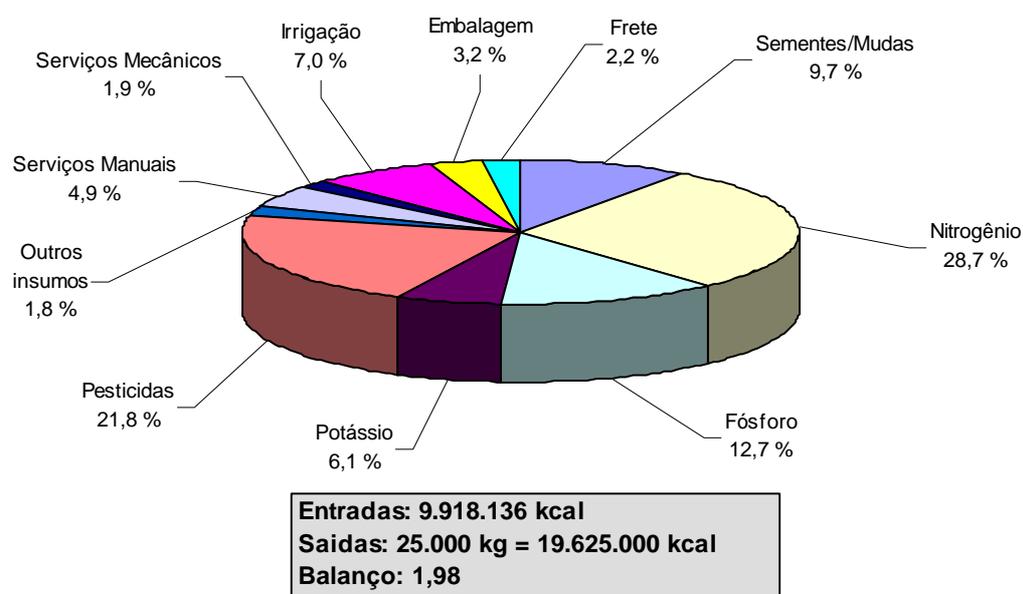


Figura 14 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de batata no sistema convencional. UFV: Viçosa, 2006.

Para todas as variáveis analisadas não se detectou diferenças estatísticas entre os dois sistemas, exceto para o total de energia gasto em 1 ha no cultivo orgânico, que foi significativamente menor que aquele gasto no cultivo convencional (5.226.811 kcal contra 9.918.136 kcal, respectivamente), conforme verifica-se na Tabela 15. O detalhamento dos dados pode ser visto na Tabela 2C, do **Anexo 2**. Embora a diferença numérica entre os balanços energéticos do cultivo orgânico e convencional tenha sido aparentemente elevada (2,74 e 1,98, respectivamente), não foi estatisticamente significativa a 5% de probabilidade pelo teste 't', possivelmente devido ao alto coeficiente de variação dos dados (36,6%).

Tabela 15 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura da batata em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de tubérculos (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	19.451 a	15.269,1 a	5.225,8 b	2,74 a	35,01 a	182,1 a
CONVENCIONAL	25.000 a	19.625,0 a	9.918,1 a	1,98 a	45,00 a	220,4 a

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

A elevação da produtividade de tubérculos provocou aumento linear simples na entrada de energia no processo produtivo da batata (Figura 15 A). A relação direta entre a entrada de energia e o balanço energético ajustou-se melhor ao modelo quadrático, pois os aumentos no balanço tendem a ser menores em níveis mais altos de gastos de energia (Figura 15 B).

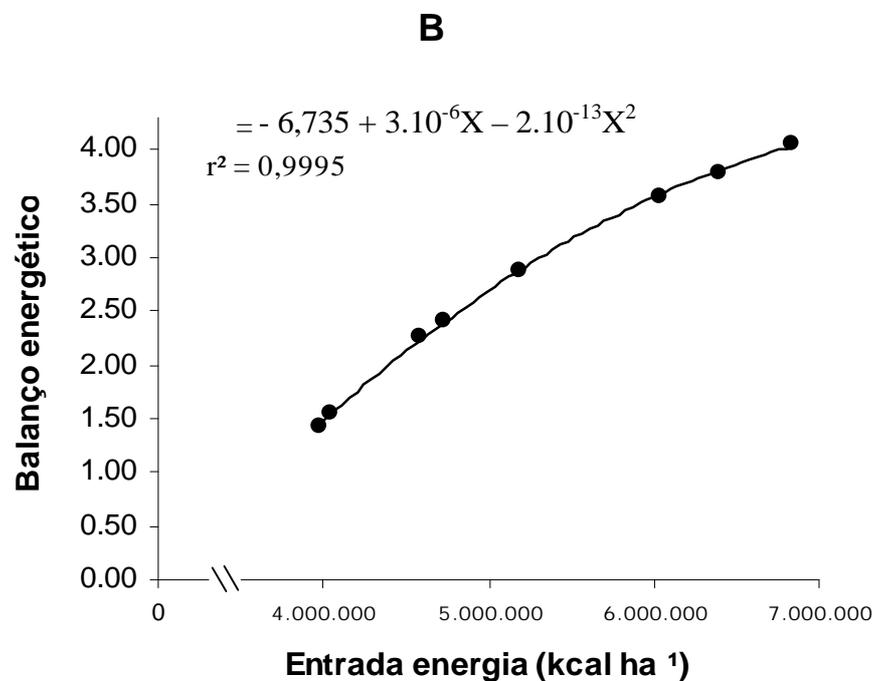
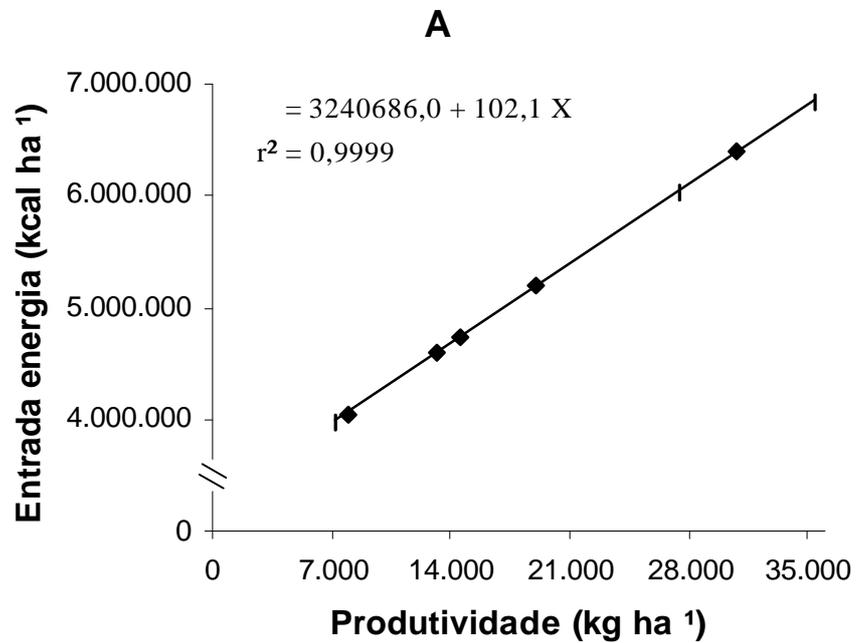


Figura 15 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção de tubérculos e às entradas de energia, no cultivo orgânico da batata. UFV: Viçosa, 2006.

Na Figura 16, a contabilização dos componentes apenas da fase de campo reduziriam os custos drasticamente, de 5.226.811 a 3.305.142 kcal ha⁻¹, representando diminuição de 36,8%. O balanço energético elevaria de 2,74 para 4,62 calorias por unidade investida, tornando esta cultura ainda mais eficiente em produção e consumo de energia. Nesse caso, a batata-semente passaria a ser o componente de maior dispêndio, com 29,2%, seguido do composto, com 23,3%, da irrigação, com 21,0% e da mão-de-obra, com 16,3%.

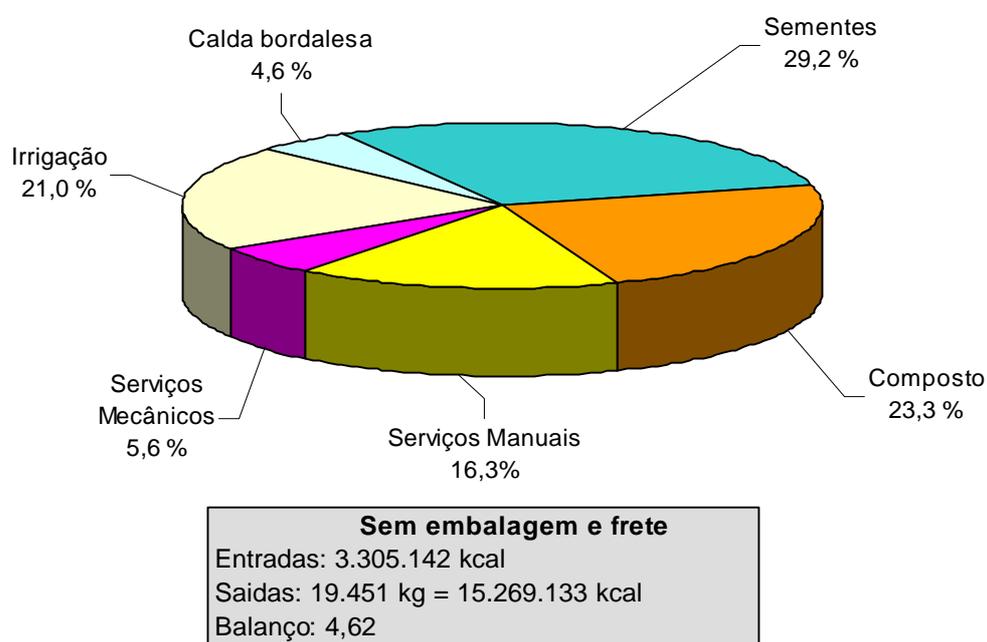


Figura 16 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de batata no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFV: Viçosa, 2006.

Cultivo convencional da batata:

A cultura da batata destaca-se dentre aquelas que mais demandam insumos no cultivo convencional, especialmente adubos e pesticidas, representando mais da metade do total de calorias demandadas na fase de cultivo. Os detalhamentos dos dados energéticos estão nas Tabelas 16 e 17.

Tabela 16 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de batata no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema Orgânico	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Sementes	966.000	9,7
Nitrogênio	2.834.785	28,7
Fósforo	1.260.000	12,7
Potássio	607.680	6,1
Pesticidas	2.167.643	21,8
Outros insumos	184.462	1,8
Serviços mecânicos	183.986	1,9
Serviços manuais	(170,0 D/H) 483.700	4,9
Irrigação	694.880	7,0
Embalagem	315.000	3,2
Frete	220.000	2,2
TOTAL	9.918.136	100,0

Tabela 17 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS.					
Batata-semente	kg	805	1.200	966.000	9,7
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	1,3
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	1.055	2.834.785	28,7
Fósforo (Super Simples)	kg	600	2.100	1.260.000	12,7
Potássio (18-00-36)	kg	576	1.055	607.680	6,1
FTE	kg	1291	40	51.640	0,5
Decis 25 CE	L	60.393	2	120.786	1,2
Pi-Rimor 500 PM	kg	60.393	2	120.786	1,2
Ridomil-Mancozeb BR	kg	50.083	10	500.830	5,0
Dithane PM	kg	50.083	10	500.830	5,0
Curzate M	kg	50.083	12	600.996	6,1
Espalhante Adesivo	L	64.683	5	323.415	3,3
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					1,9
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					4,9
Aplicação de Calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Preparo de Solo (sulcos)	D/H	4.000	10	40.000	
Adubação Química	D/H	1.500	6	9.000	
Plantio	D/H	1.500	15	22.500	
Adubação em cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	
Amontoa	D/H	4.000	20	80.000	
Pulverizações	D/H	2.400	33	79.200	
Colheita (s)	D/H	4.000	50	200.000	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	20	20.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	10	24.000	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	694.880	-	694.880	7,0
Embalagem (sacos cap. 50 kg)	ud	630	500	315.000	3,2
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	250,00	220.000	2,2
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	9.918.136	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	785	25.000	19.625.000	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	1,98	-
Produção protéica (C)	kg	-	45,00	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	220.403	-

3.1.4. Cultivo orgânico da batata-baroa

A batata-baroa destaca-se dentre as hortaliças de maior potencial produtivo em sistemas orgânicos de produção, pela rusticidade e pela quantidade moderada de nitrogênio exigida pela cultura. Por isso são gastos poucos insumos no cultivo orgânico, limitando-se, no presente caso, apenas ao composto orgânico, pois as mudas são obtidas do plantio anterior, demandando apenas mão-de-obra no manuseio e preparo.

Apesar da pequena demanda e mínimo gasto com insumos no cultivo orgânico (que juntamente com os demais componentes totalizaram 4.095.246 kcal ha⁻¹ no processo produtivo), foi a cultura com a segunda maior produção de energia na colheita (19.204.167 kcal ha⁻¹), abaixo apenas da batata-doce que produziu 27.145.119 kcal ha⁻¹. Do total de gastos energéticos, 2.211.120 kcal foram referentes a embalagens, que representaram 50,4% (Tabelas 18 e 19). Se fossem contabilizados os gastos calóricos apenas até a fase de colheita (sem embalagem e frete), as entradas seriam drasticamente reduzidas para 1.749.002 kcal ha⁻¹, o que elevaria o balanço energético de 4,38 para 11,00 calorias produzidas por unidade investida, tornando essa espécie ainda mais eficiente energeticamente.

Na Figura 17 consta a evolução dos balanços energéticos de 1991 até 1999, variando de 2,44, obtido em 1998 até 6,11, obtido em 1991. Portanto o comportamento é semelhante à maioria das culturas, tendo distribuição aleatória dos balanços ao longo dos anos, não relacionando-se com as melhorias nas características do solo e do ambiente.

As participações percentuais dos componentes nos sistemas orgânico e convencional podem ser analisadas nas Figuras 18 e 19, respectivamente. Dois aspectos chamam a atenção para a batata-baroa: a grande participação das embalagens nos custos energéticos da produção orgânica (50,4%) e dos pesticidas nos custos da produção convencional (32,1%), responsáveis pelas respectivas entradas de 2.211.120 kcal ha⁻¹ e 1.163.988 kcal ha⁻¹.

Tabela 18 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata-baroa em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS					
Composto Orgânico	t	25.700	20	514.000	13,8
Rebentos (mudas)	mil	1.295	27,8	36.001	1,0
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					4,9
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					13,3
Preparo de Solo (Leiras)	D/H	4.000	6	24.000	
Distribuição de Composto	D/H	3.600	12	43.200	
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	
Adubação em Cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	
Amontoa	D/H	4.000	15	60.000	
Capinas	D/H	4.000	22	88.000	
Colheita (s)	D/H	4.000	40	160.000	
Lavagem	D/H	2.400	4,0	9.600	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	53,3	53.300	
Transporte interno	D/H	2.400	9,6	23.040	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	507.400	-	507.400	13,6
Embalagem (500 g)	mil	72.000	30,71	2.211.120	50,4
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	153,55	135.124	3,1
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	4.095.246	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	1250	15.355	19.204.167	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	4,38	-
Produção protéica (C)	kg	-	23,03	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	203.660	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 9 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela em variáveis relacionadas.

Tabela 19 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de batata-baroa em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico da batata-baroa	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	514.000	13,8
Mudas	36.001	1,0
Serviços mecânicos	183.986	4,9
Serviços manuais	(179,9 D/H) 504.940	13,3
Irrigação	507.400	13,6
Embalagem	2.211.120	50,3
Frete	135.124	3,1
TOTAL	4.095.246	100,0
Desvio Padrão	1.403.487	-

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 9 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

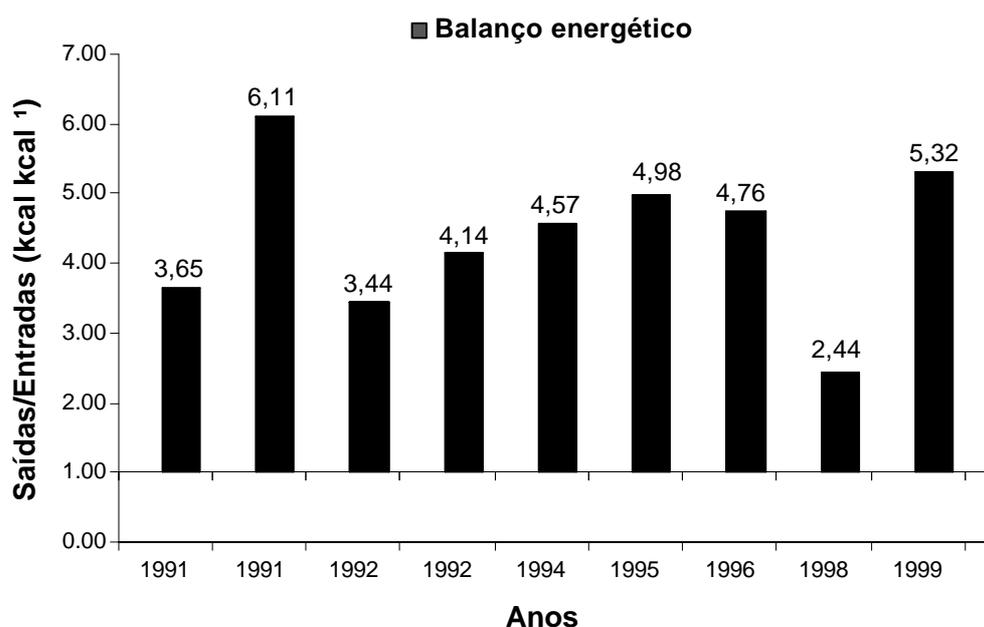


Figura 17 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de batata-baroa – INCAPER, 1991 a 1999. UFV: Viçosa, 2006.

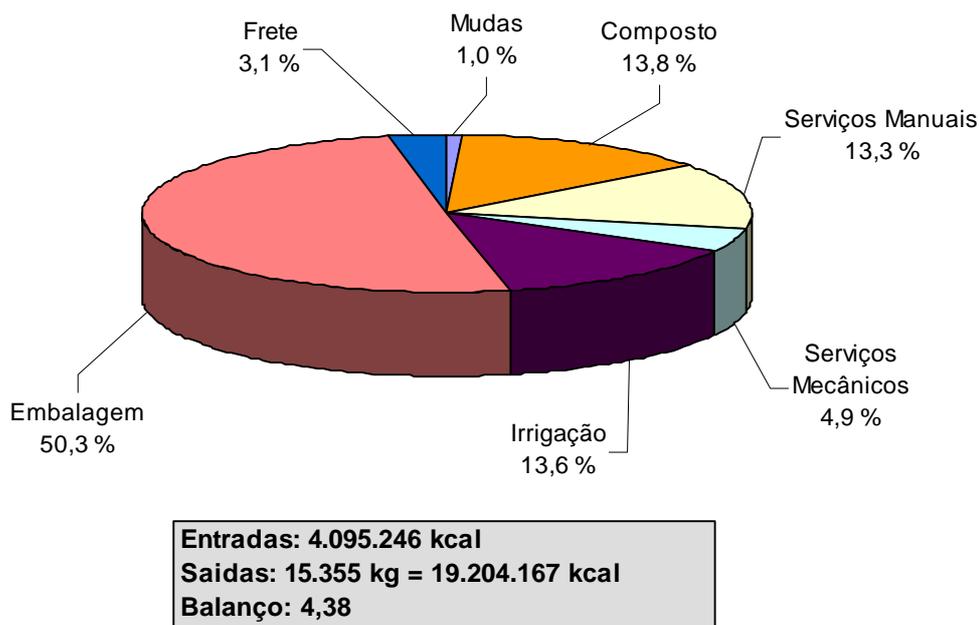


Figura 18 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de batata-baroa no sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006.

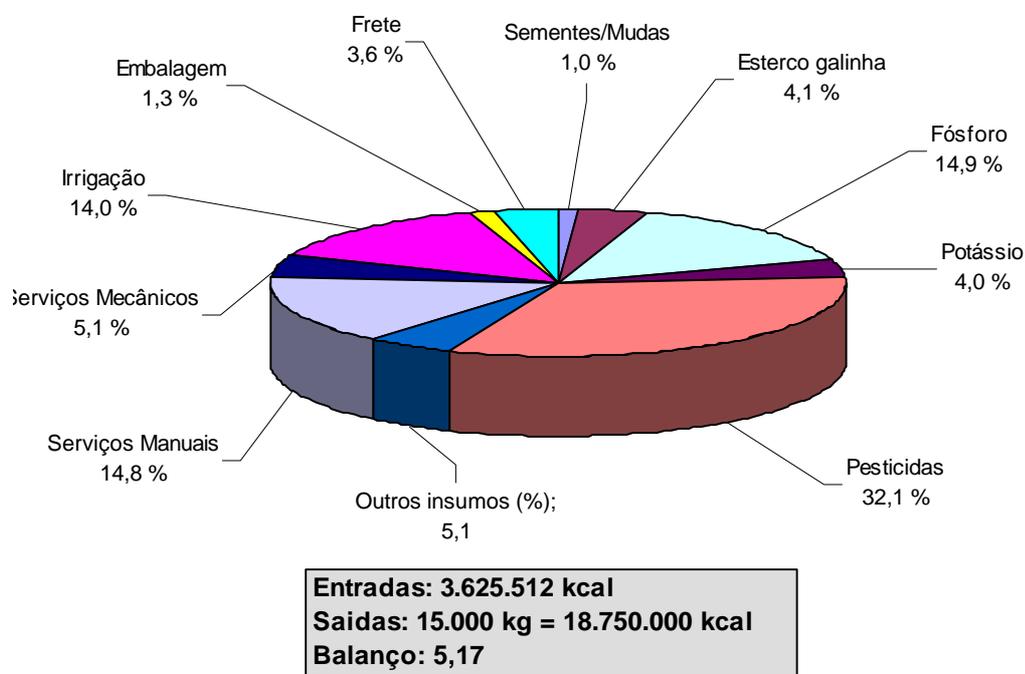


Figura 19 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de batata-baroa no sistema convencional. UFV: Viçosa, 2006.

A análise comparativa dos cultivos orgânicos com o sistema convencional, realizadas pelo teste 't', não detectaram diferenças estatísticas ao nível de 5% de probabilidade, em todas as variáveis analisadas (Tabela 20). Entretanto, o cultivo convencional tendeu a menores entradas de energia (3.625.512 contra 4.095.246 kcal ha⁻¹ do cultivo orgânico) e maior balanço energético (5,17 contra 4,38 kcal kcal⁻¹ do cultivo orgânico). O detalhamento dos dados pode ser visto na Tabela 2D, do **Anexo 2**.

Tabela 20 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura da batata-baroa em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de raízes (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	15.355 a	19.204,2 a	4.095,2 a	4,38 a	23,03 a	203,7 a
CONVENCIONAL	15.000 a	18.750,0 a	3.625,5 a	5,17 a	22,50 a	161,1 a

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

A relação entre produtividade e entrada de energia demonstrou comportamento linear e positivo e, aquela referente à relação entre entrada e balanço energético, comportamento quadrático, demonstrando menores aumentos no balanço em níveis mais altos de entradas de energia (Figura 20).

A ilustração da Figura 21 apresenta a contabilização dos gastos energéticos apenas da fase de campo. Verifica-se que as entradas de energia na produção orgânica reduziram de 4.095.246 para 1.749.002 kcal ha⁻¹, representando diminuição de 57,3%. A eficiência energética aumentaria expressivamente, com o balanço aumentando de 5,17 para 11,0 calorias por unidade investida. Nesse caso, a distribuição da participação porcentual dos componentes passaria a ter o composto orgânico, a irrigação e a mão-de-obra com participações eqüitativas, representando 29,4%, 29,0% e 28,9% do total de gastos, respectivamente.

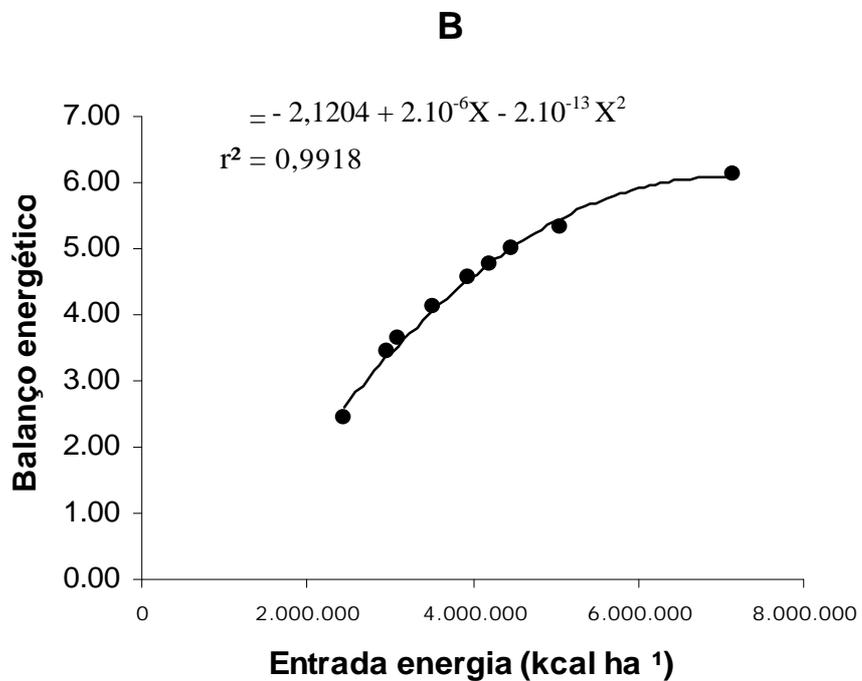
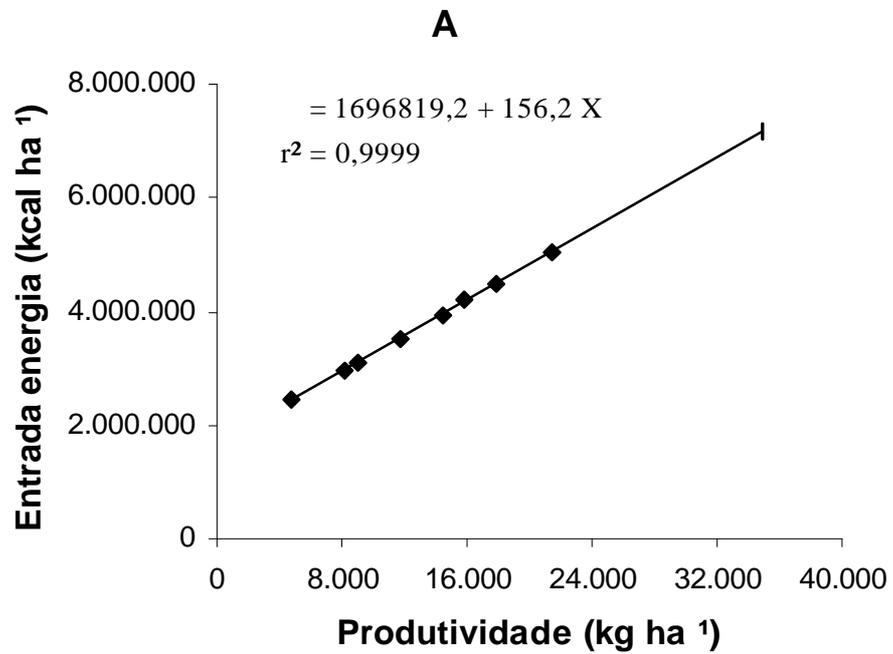


Figura 20 – Estimativa para variáveis energéticas relacionadas à produção de raízes e às entradas de energia, no cultivo orgânico da batata-baroa. UFV: Viçosa, 2006.

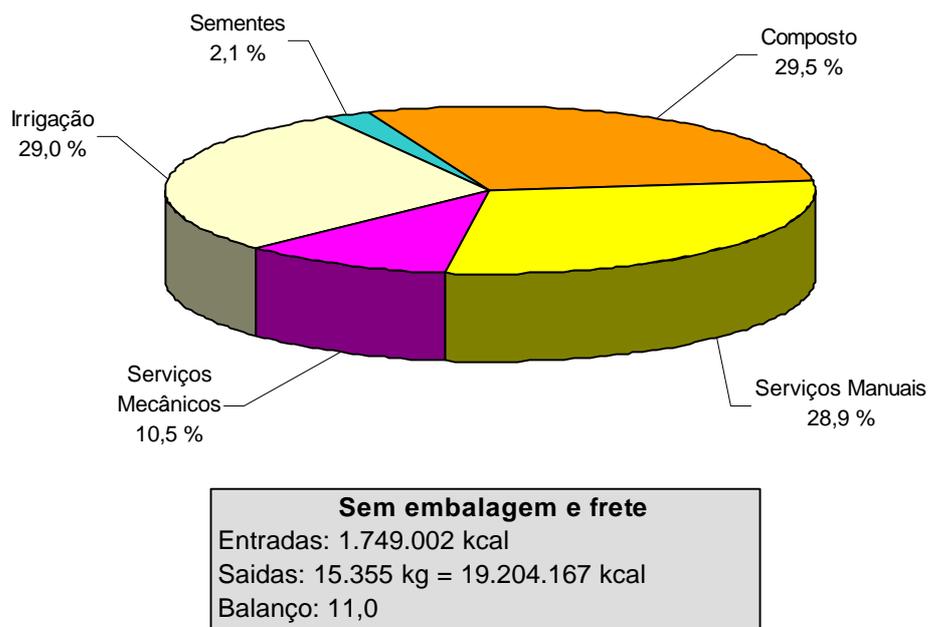


Figura 21 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de batata-baroa no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFV: Viçosa, 2006.

Cultivo convencional da batata-baroa:

O cultivo convencional de batata-baroa se desenvolveu intensamente nos últimos anos na região centro-serrana do Espírito Santo. Passou de cultura de subsistência a cultura de grande valor econômico no mercado. Durante algum tempo foi plantada em consorciação com outras culturas perenes, principalmente em entrelinhas do café, com o objetivo de aproveitar resíduos da adubação, suplementado com esterco de aviário. Atualmente recebe tratos mais refinados e uso intenso de insumos visando aumento da produtividade, resultando nos atuais gastos energéticos apresentados em detalhe nas Tabelas 21 e 22.

Tabela 21 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de batata-baroa no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema Convencional	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Esterco de galinha	150.000	4,1
Mudas	36.001	1,0
Fósforo	540.000	14,9
Potássio	144.000	4,0
Pesticidas	1.163.988	32,1
Outros insumos	184.462	5,1
Serviços mecânicos	183.986	5,1
Serviços manuais (196,0 D/H)	536.800	14,8
Irrigação	507.400	14,0
Embalagem	46.875	1,3
Frete	132.000	3,6
TOTAL	3.625.512	100,0

Tabela 22 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata-baroa no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS					
Esterco de Galinha	t	30.000	5	150.000	4,1
Rebentos (Mudas)	mil	1295	27,8	36.001	1,0
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	3,7
Fósforo (Super Simples)	kg	600	900	540.000	14,9
Potássio (KCl)	kg	960	150	144.000	4,0
FTE	kg	1291	40	51.640	1,4
Omite 300 PM	L	64.683	3	194.049	5,4
Gesagard 800	kg	83.572	2	167.144	4,6
Pi-Rimor 500 PM	kg	60.393	5	301.965	8,3
Dithane PM	kg	50.083	10	500.830	13,8
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					5,1
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					14,8
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Preparo de Solo (Leiras)	D/H	4.000	6	24.000	
Adução Química	D/H	1.500	4	6.000	
Distribuição de Esterco	D/H	3.200	6	19.200	
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	
Adução em Cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	
Amontoa	D/H	4.000	15	60.000	
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	
Pulverizações	D/H	2.400	50	120.000	
Colheita	D/H	4.000	40	160.000	
Lavagem	D/H	2.400	4	9.600	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	30	30.000	
Transporte interno	D/H	2.400	10	24.000	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	507.400	-	507.400	14,0
Embalagem (caixas tipo K)	ud	75	625	46.875	1,3
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	150,00	132.000	3,6
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	3.625.512	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	1250	15.000	18.750.000	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	5,17	-
Produção protéica (C)	kg	-	22,50	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	161.134	-

3.1.5. Cultivo orgânico da batata-doce

A batata-doce está entre as espécies mais promissoras do mercado orgânico de hortaliças, especialmente devido à sua rusticidade e resistência a pragas e patógenos. Conforme revelam os resultados dos coeficientes energéticos médios, contidos na Tabela 23, mesmo utilizando apenas o composto orgânico como insumo, esta cultura responde com bom nível de produtividade comercial (21.630 kg ha⁻¹ de raízes). Pelo considerável valor energético da batata-doce (1.255 kcal kg⁻¹), este rendimento médio totaliza saída de 27.145.119 kcal ha⁻¹ de energia embutida na colheita, sendo portanto a espécie com maior produção de energia dentre as dez analisadas nesse trabalho.

Dentre os gastos de energia no processo produtivo dessa cultura (3.872.973 kcal ha⁻¹), a embalagem contribuiu com 1.946.700 kcal, onerando sobremaneira o sistema (Tabela 24). Mesmo assim, o desempenho energético dessa cultura foi o melhor dentre todas as outras, com balanço positivo em todos os 13 campos de produção avaliados. A magnitude desses valores foi alternada no período de 1991 a 2000, variando de 3,82 até 8,84 calorias produzidas por unidade gasta (Figura 22).

A participação de dois componentes no cultivo orgânico da batata-doce são responsáveis pela maior parte dos gastos de energia - a embalagem, com 47,3% e o composto orgânico, com 21,5%, que somaram quase 70% do total (Figura 23). No sistema convencional, destacam-se como os componentes de maiores custos energéticos para essa cultura, o nitrogênio, com 25,6% e o fósforo, com 15,4%, ambos somando 41,0% do total (Figura 24).

Na Figura 25, a contabilização apenas dos custos energéticos da fase de campo revela que as entradas seriam reduzidas de 4.539.328 para 1.735.929 kcal ha⁻¹ e o balanço energético elevaria expressivamente de 6,58 para 15,64 calorias por unidade investida. Nesse caso, o composto seria o componente mais oneroso, com 44,4% dos custos, seguido pela mão-de-obra, com 23,0%.

Tabela 23 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata-doce em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS.					
Composto Orgânico	t	25.700	30	771.000	21,5
Ramas (Mudas)	mil	1.586	33,0	52.338	1,5
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					5,4
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
Enleiramento com microtrator	-	10.035	-	10.035	
MANUAIS:					10,9
Distribuição de Composto	D/H	3.600	5	18.000	
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	
Capinas	D/H	4.000	20	80.000	
Colheita	D/H	4.000	50	200.000	
Lavagem	D/H	2.400	5,5	13.200	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	40,5	40.500	
Transporte Interno	D/H	2.400	13,3	31.920	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	315.620	-	315.620	8,8
Embalagem (1 kg)	mil	90.000	21,63	1.946.700	47,3
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	216,30	190.344	4,6
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	3.872.973	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	1.255	21.630	27.145.119	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	6,58	-
Produção proteica (C)	kg	-	28,33	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	154.852	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 13 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela para variáveis relacionadas.

Tabela 24 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de batata-doce em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico da batata-doce	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	771.000	21,5
Mudas	52.338	1,5
Serviços mecânicos	194.021	5,4
Serviços manuais	(144,3 D/H) 398.620	10,9
Irrigação	315.620	8,8
Embalagem	1.946.700	47,3
Frete	190.344	4,6
TOTAL	3.872.973	100,0

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 13 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

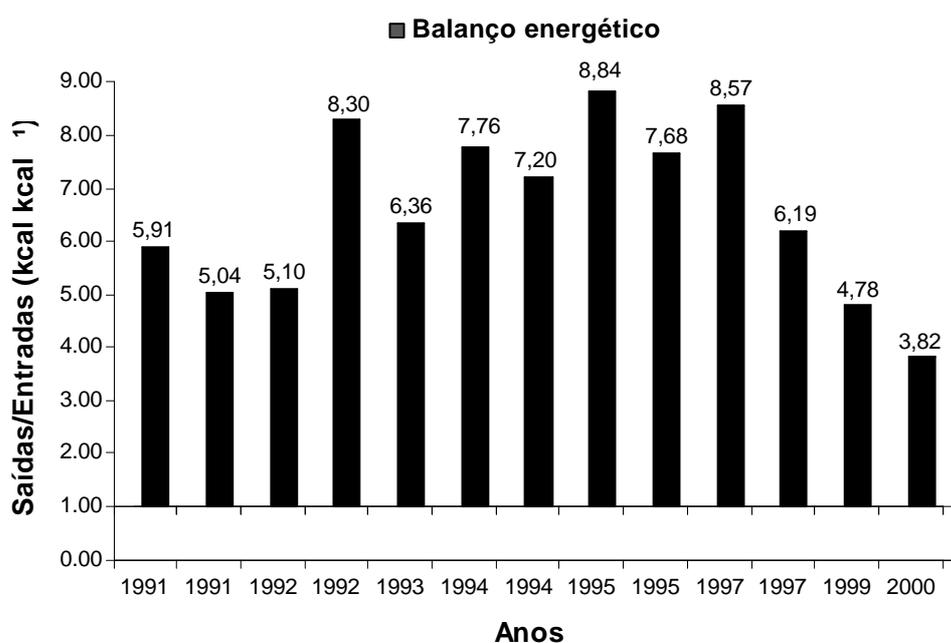


Figura 22 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de batata-doce – INCAPER, 1991 a 2000. UFV: Viçosa, 2006.

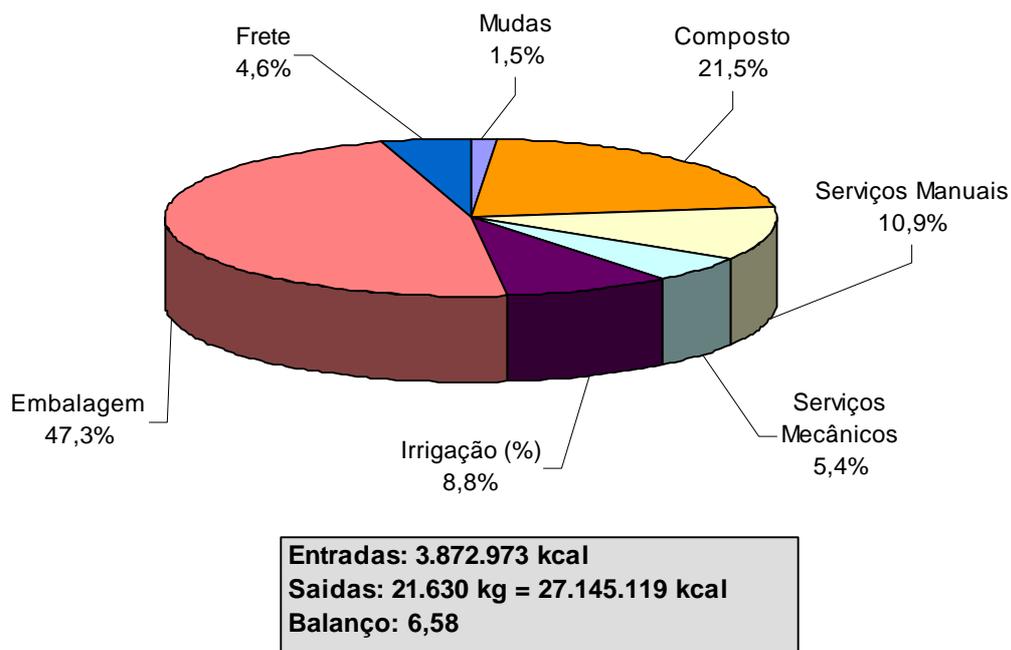


Figura 23 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de batata-doce no sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006.

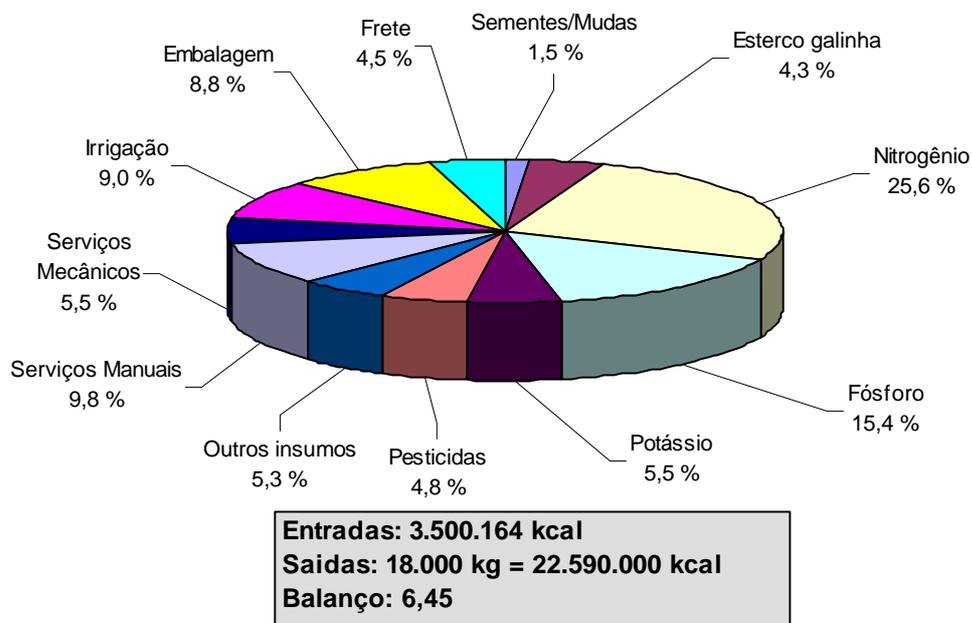


Figura 24 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de batata-doce no sistema convencional. UFV: Viçosa, 2006.

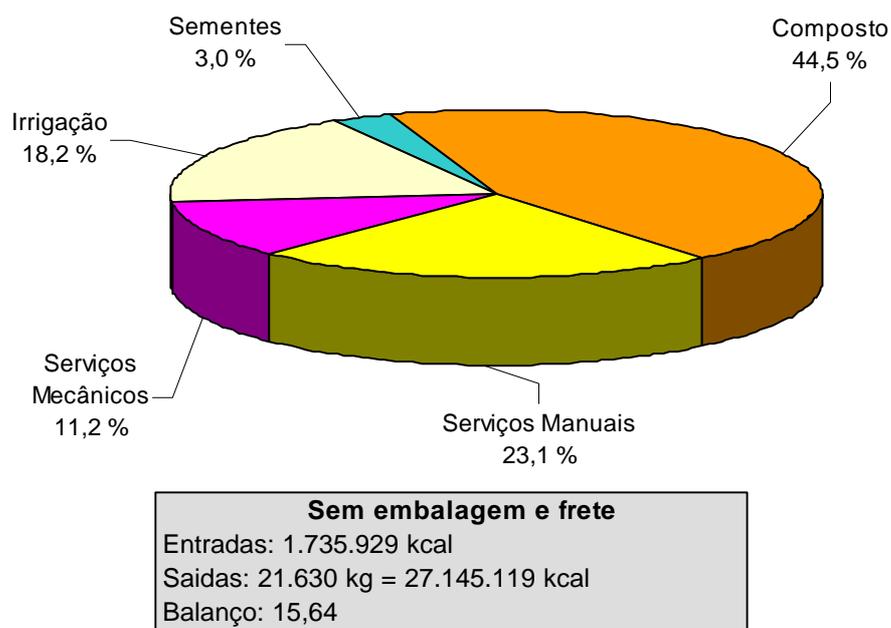


Figura 25 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de batata-doce no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFV: Viçosa, 2006.

Nas análises comparativas entre o cultivo orgânico e o padrão convencional, o comportamento energético foi muito semelhante. Não foram constatadas diferenças estatísticas pelo teste 't' em nenhuma variável analisada (Tabela 25 e Tabela 2E do **Anexo 2**).

A relação funcional da produtividade de raízes com as entradas de energia apresentou melhor ajuste no modelo linear de 1º grau. O modelo polinomial de 2º grau teve melhor ajuste na relação entre as entradas de energia e o balanço energético, conforme mostrado nas Figuras 26A e 26B.

Tabela 25 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura da batata-doce em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de raízes (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	21.630 a	27.145,1 a	3.873,0 a	6,58 a	28,33 a	154,9 a
CONVENCIONAL	18.000 a	22.590,0 a	3.500,2 a	6,45 a	23,58 a	148,4 a

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

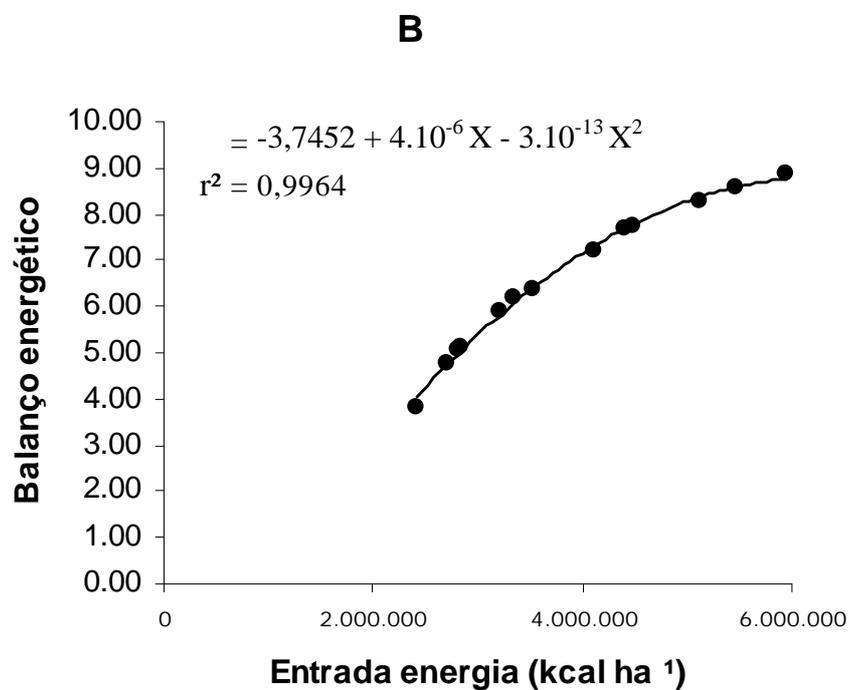
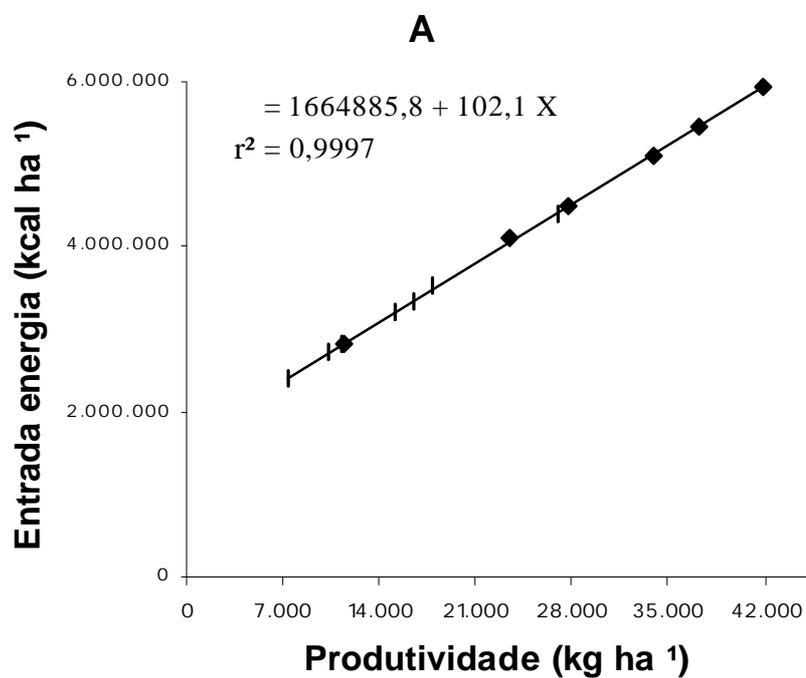


Figura 26 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção de raízes e às entradas de energia, no cultivo orgânico da batata-doce. UFV: Viçosa, 2006.

Cultivo convencional da batata-doce:

A batata-doce foi a espécie com menor demanda de energia no cultivo convencional, totalizando apenas 3.500.164 kcal ha⁻¹. Semelhante à cultura da abóbora, destaca-se também pela pequena utilização de mão-de-obra, apesar do ciclo médio ser relativamente longo dentre as hortaliças (228 dias). Os detalhamentos dos dados energéticos estão apresentados nas Tabelas 26 e 27.

Tabela 26 - Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de Batata-doce no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema Convencional	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Esterco de galinha	150.000	4,3
Mudas	52.338	1,5
Nitrogênio	894.771	25,6
Fósforo	540.000	15,4
Potássio	191.808	5,5
Pesticidas	167.144	4,8
Outros insumos	184.462	5,3
Serviços mecânicos	194.021	5,5
Serviços manuais (114,0 D/H)	343.800	9,8
Irrigação	315.620	9,0
Embalagem	307.800	8,8
Frete	158.400	4,5
TOTAL	3.500.164	100,0

Tabela 27 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata-doce no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS.					
Esterco de Galinha	t	30.000	5	150.000	4,3
Ramas (Mudas)	mil	1.586	33,0	52.338	1,5
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	3,8
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	333	894.771	25,6
Fósforo (Super Simples)	kg	600	900	540.000	15,4
Potássio (18-00-36)	kg	576	333	191.808	5,5
FTE	kg	1291	40	51640	1,5
Gesagard 800	kg	83.572	2	167.144	4,8
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					5,5
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
Enleiramento com microtrator	-	10.035	-	10.035	
MANUAIS:					9,8
Aplicação de Calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Adubação Química	D/H	1.500	3	4.500	
Distribuição de Esterco	D/H	3.200	2	6.400	
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	
Pulverizações	D/H	2.400	1	2.400	
Colheita	D/H	4.000	50	200.000	
Lavagem	D/H	2.400	5	12.000	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	15	15.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	10	24.000	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	315.620	-	315.620	9,0
Embalagem (sacos cap. 20 kg)	ud	342	900	307.800	8,8
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	180,00	158.400	4,5
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	3.500.164	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	1.255	18.000	22.590.000	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	6,45	-
Produção proteica (C)	kg	-	23,58	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	148.438	-

3.1.6. Cultivo orgânico da cenoura

Na propriedade rural, a cenoura está dentre as culturas de melhor desempenho em sistemas orgânicos de produção. O monitoramento das produtividades comerciais de raízes de 17 campos, no período de 1990 a 1999, confirmou este desempenho, com média de 23.535 kg ha⁻¹ (Tabela 2F, **Anexo 2**).

O cultivo orgânico da cenoura se caracteriza pela baixa necessidade de insumos, restringindo-se a gastos com composto orgânico e sementes, conforme se verifica nos indicadores físicos médios, obtidos dos 17 cultivos realizados, (Tabela 28). O total dos custos calóricos de cada componente, com suas respectivas participações no custo total, estão resumidos na Tabela 29.

A média de entrada de energia para 1 ha de cenoura foi 6.057.686 kcal, gerando a produção de 11.767.471 kcal de energia na colheita revelando saldo energeticamente positivo. O balanço energético médio foi 1,85 calorias por caloria gasta no processo produtivo, sendo que em todos os cultivos houve balanço superior a 1,00, com valores variando de 1,26 até 2,47 kcal kcal⁻¹. A evolução do balanço energético ao longo dos anos está ilustrada na Figura 27.

Quanto à participação dos componentes, as embalagens de cenouras orgânicas, constituídas por bandejas de isopor com filme plástico, tiveram enormes custos energéticos, totalizando o gasto de 3.389.040 kcal de energia por ha, representando 53,2% do total. O composto orgânico foi o segundo componente de maior custo, 13,7% e a mão-de-obra situou-se no terceiro lugar, com 9,4%. Sistemas de produção que não utilizam embalagem, devido a características próprias de venda, têm seus custos energéticos para a cenoura drasticamente reduzidos a 2.668.646 kcal ha⁻¹ e o balanço energético sendo aumentado de 1,85 para 4,41 calorias produzidas por unidade investida (Figura 28).

No cultivo convencional, os adubos minerais totalizaram 55,9% dos gastos energéticos da cenoura, sendo componentes de grande dispêndio de energia. Por outro lado, as embalagens convencionais em caixas de madeira, tipo K, participam com apenas 1,4%, com impacto energético muito menor do que as embalagens adotadas no cultivo orgânico, apesar delas proporcionarem maiores danos e perda de peso do produto na pós-colheita (Figura 29).

Tabela 28 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de cenoura em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Composto Orgânico	t	25.700	30	771.000	13,7
Sementes	kg	121.000	4	484.000	8,6
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					3,4
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
Enxada rotativa de microtrator	-	10.035	-	10.035	
MANUAIS:					9,4
Preparo de solo (encanteiramento)	D/H	4.000	30	120.000	
Distribuição de Composto	D/H	3.600	5	18.000	
Plantio	D/H	1.500	6	9.000	
Desbaste	D/H	1.500	70	105.000	
Adução em cobertura orgânica	D/H	3.600	10	36.000	
Capinas	D/H	2.400	30	72.000	
Colheita	D/H	2.400	25	60.000	
Lavagem	D/H	2.400	9,9	23.760	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	69,1	69.100	
Transporte Interno	D/H	2.400	11,1	26.640	
3. OUTROS:					
Irrigação	ha	473.000	-	473.000	8,4
Embalagem (500 g)	mil	72.000	47,07	3.389.040	53,2
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	235,35	207.108	3,3
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	6.057.686	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	500	23.535	11.767.471	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	1,85	-
Produção proteica (C)	kg	-	28,24	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	234.421	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 17 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela em variáveis relacionadas.

Tabela 29 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de cenoura em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico da cenoura	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	771.000	13,7
Sementes	484.000	8,6
Serviços mecânicos	194.021	3,4
Serviços manuais	(266,1 D/H) 539.500	9,4
Irrigação	473.000	8,4
Embalagem	3.389.040	53,2
Frete	207.108	3,3
TOTAL	6.057.686	100,0

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 17 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

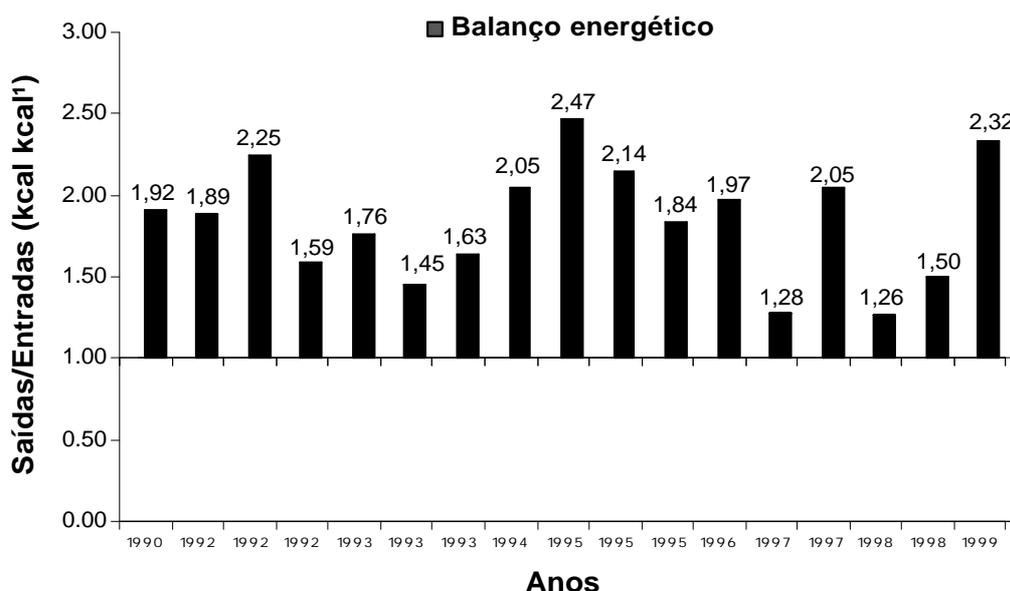


Figura 27 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de cenoura – INCAPER, 1990 a 1999. UFV: Viçosa, 2006.

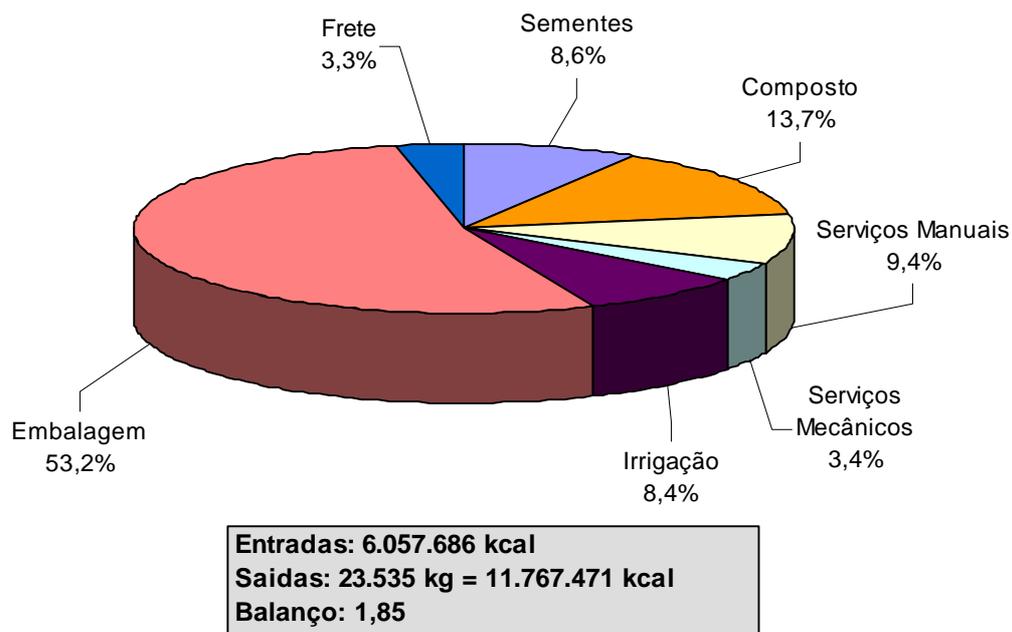


Figura 28 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de cenoura no sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006.

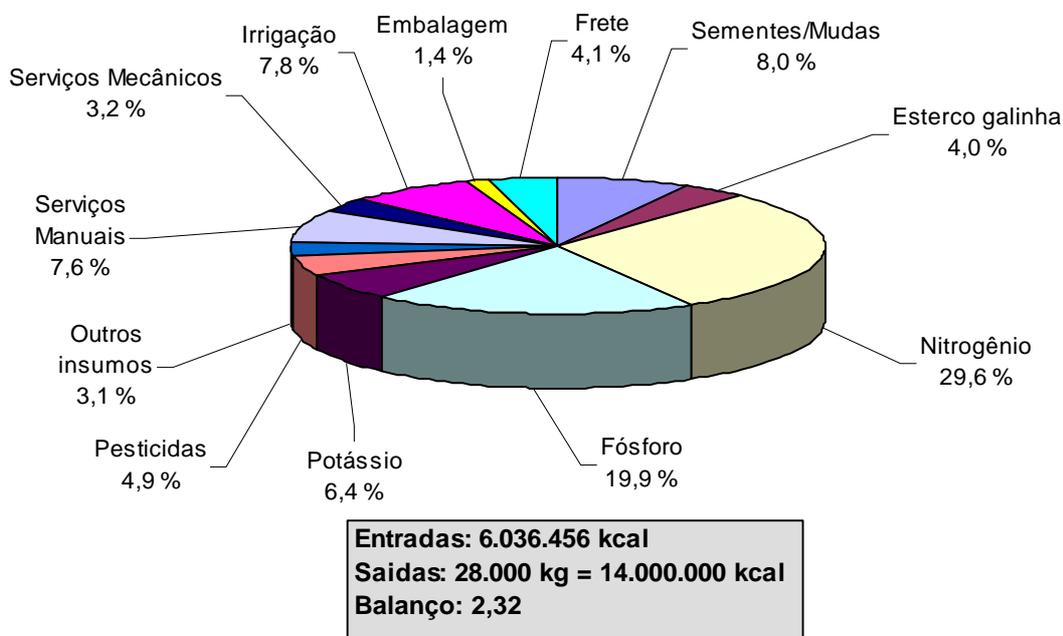


Figura 29 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de cenoura no sistema convencional. UFV: Viçosa, 2006.

A relação funcional entre a produtividade comercial de raízes e a entrada de energia foi linear simples, pois a produção de raízes aumenta os gastos com mão-de-obra, a quantidade de embalagens e o peso a ser transportado no frete (Figura 30A). A relação entre a entrada de energia e o balanço energético teve melhor ajuste no modelo de 2º grau, com forte diminuição dos efeitos das entradas sobre o balanço nos níveis mais altos de entrada de energia, tendendo inclusive a estabilidade a partir de 9.500.000 kcal, aproximadamente (Figura 30B).

A comparação de médias pelo teste 't', entre o cultivo orgânico e o convencional, revelou diferenças estatísticas no balanço energético (no cultivo convencional foi mais eficiente, gerando 2,32 kcal kcal⁻¹). Os custos energéticos das proteínas do cultivo convencional foram significativamente menores que os custos do cultivo orgânico. A produtividade, as saídas e entradas de energia, e a produção protéica foram similares entre os sistemas (Tabela 30 e Tabela 2F, do **Anexo 2**).

Tabela 30 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura da cenoura em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de raízes (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	23.535 a	11.767,5 a	6.057,7 a	1,85 b	28,24 a	234,4 a
CONVENCIONAL	28.000 a	14.000,0 a	6.036,5 a	2,32 a	26,60 a	179,5 b

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 31, se considerássemos os gastos energéticos apenas da fase de campo do cultivo orgânico da cenoura, verificaríamos que as entradas de energia reduziriam de 6.057.686 para 2.461.538 kcal ha⁻¹ (59,4% a menos) e o balanço energético passaria de 1,85 para 4,78 calorias por unidade investida. Nesse caso, composto orgânico se tornaria o componente a participar com a maior parcela dos custos (31,3%), seguido pela mão-de-obra (21,9%), as sementes (19,7%) e a irrigação (19,2%).

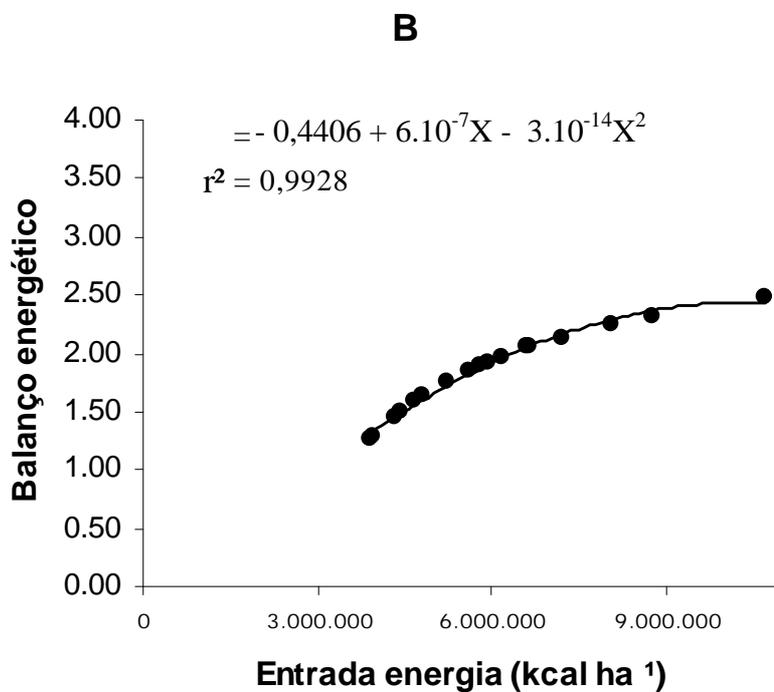
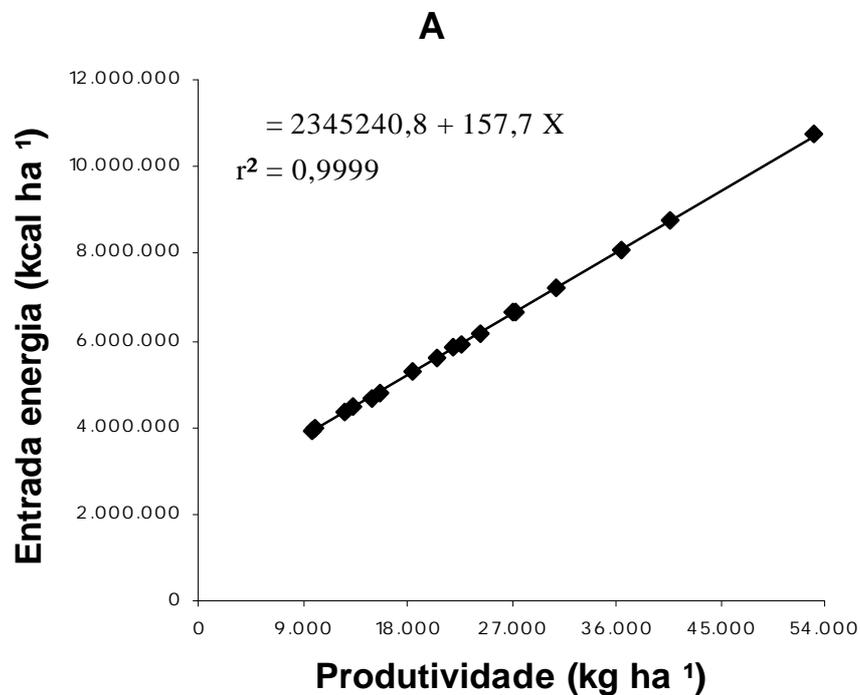


Figura 30 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção de raízes e às entradas de energia, no cultivo orgânico de cenoura. UFRV: Viçosa, 2006.

Custos energéticos de carotenóides totais:

Os custos energéticos dos carotenóides totais em cenoura estão apresentados devido à importância desta substância na saúde humana e por ser a cenoura sua principal fonte, dentre as espécies avaliadas neste trabalho. O teor médio adotado foi aquele relatado pela EMBRAPA - Hortaliças, referente à cultivar Brasília, ou seja, 80 mg kg^{-1} de produto fresco (EMBRAPA, 2005). Pelo rendimento médio de raízes obtido, observamos no quadro adiante que foi atingida produção de 1.882.800 mg de carotenóides totais por hectare. Os dispêndios energéticos desta produção provocaram um custo energético unitário de 3,22 kcal por miligrama destas substâncias.

Produtividade (kg ha^{-1})	Carotenóides totais	
	Produção (mg ha^{-1})	Custo energético (kcal mg^{-1})
23.535	1.882.800	3,22

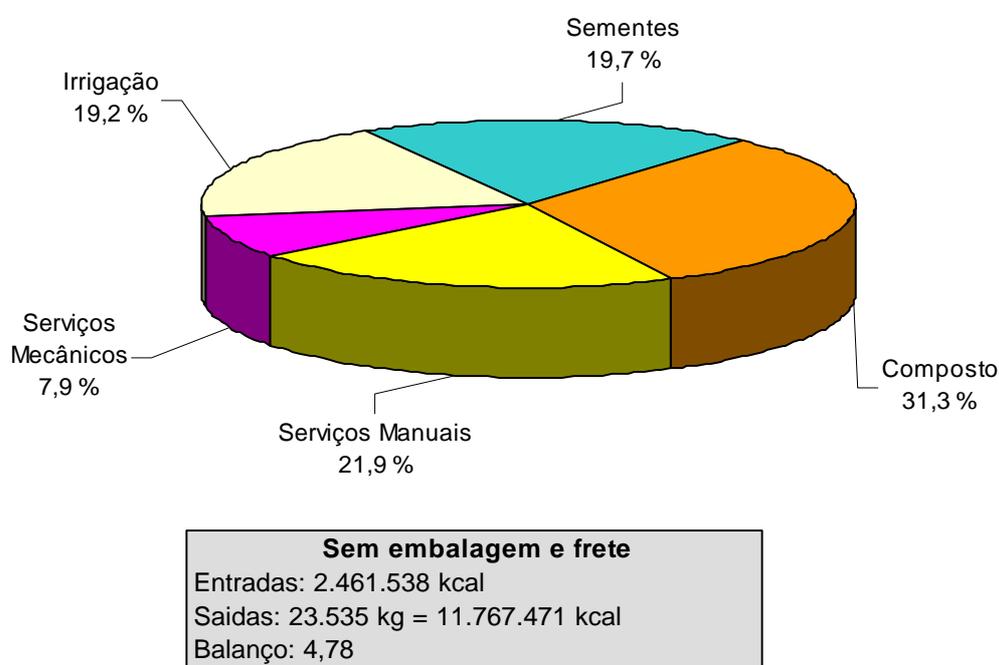


Figura 31 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de cenoura no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFFV: Viçosa, 2006.

Cultivo convencional da cenoura:

A cultura da cenoura no sistema convencional revelou comportamento intermediário em relação às outras culturas avaliadas, tanto em quantidade demandada em insumos e serviços, como em gastos energéticos. Os detalhamentos dos indicadores e dos valores energéticos estão nas Tabelas 31 e 32.

Tabela 31 – Participação energética porcentual dos componentes na produção de 1 ha de cenoura no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema Convencional	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Esterco de galinha	240.000	4,0
Sementes	484.000	8,0
Nitrogênio	1.789.542	29,6
Fósforo	1.200.000	19,9
Potássio	383.616	6,4
Pesticidas	292.190	4,9
Outros insumos	184.462	3,1
Serviços mecânicos	194.021	3,2
Serviços manuais (216,0 D/H)	461.700	7,6
Irrigação	473.000	7,8
Embalagem	87.525	1,4
Frete	246.400	4,1
TOTAL	6.036.456	100,0

Tabela 32 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de cenoura no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Esterco de Galinha	t	30.000	8	240.000	4,0
Sementes	kg	121.000	4	484.000	8,0
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	2,2
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	666	1.789.542	29,6
Fósforo (Super Simples)	kg	600	2000	1.200.000	19,9
Potássio (18-00-36)	kg	576	666	383.616	6,4
FTE	kg	1291	40	51.640	0,9
Decis 25 CE	L	60.393	1	60.363	1,0
Gesagard 800	kg	83.572	2	167.144	2,8
Espalhante Adesivo	L	64.683	1	64.683	1,1
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					3,2
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
Enxada rotativa de microtrator	-	10.035	-	10.035	
MANUAIS:					7,6
Aplicação de Calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Preparo de Solo (encanteiramento)	D/H	4.000	30	120.000	
Adução Química	D/H	1.500	5	7.500	
Distribuição de esterco	D/H	3.200	8	25.600	
Plantio	D/H	1.500	6	9.000	
Desbaste	D/H	1.500	50	75.000	
Adução em Cobertura mineral	D/H	1.500	5	7.500	
Capinas	D/H	2.400	20	48.000	
Pulverizações	D/H	2.400	9	21.600	
Colheita	D/H	2.400	25	60.000	
Lavagem	D/H	2.400	10	24.000	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	35	35.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	10	24.000	
3. OUTROS:					
Irrigação	ha	473.000	-	473.000	7,8
Embalagem (caixas tipo K)	ud	75	1.167	87.525	1,4
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	280,00	246.400	4,1
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	6.036.456	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	500	28.000	14.000.000	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	2,32	-
Produção proteica (C)	kg	-	33,60	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	179.656	-

3.1.7. Cultivo orgânico da couve-flor

O manejo orgânico da couve-flor é extremamente simplificado, consistindo de operações de preparo de solo, adubação em covas com composto orgânico e poucos tratamentos culturais, não demandando insumos na proteção contra pragas e doenças. Esta cultura apenas tem mostrado ser uma espécie exigente em fertilidade de solos, devendo ser cultivada em áreas mais férteis, requerendo normalmente a aplicação de adubação em cobertura com a finalidade de auxiliar na nutrição das plantas. As Tabelas 33 e 34 confirmam também a baixa demanda de mão-de-obra e apresentam os detalhamentos dos dados médios desta cultura.

A produtividade comercial, medida em número de cabeças foi 16.031, que convertidas em peso, totalizaram 13.686 kg ha⁻¹. Durante os anos de monitoramento da cultura, detectou-se desde rendimentos muito baixos (3.987 kg ha⁻¹) até rendimentos elevados (23.508 kg ha⁻¹), atribuído à grande variabilidade na fertilidade dos solos dos diversos talhões onde se cultivou a couve-flor (Tabela 2G, **Anexo 2**). A conversão da produtividade em produção de energia, saídas na colheita, baseou-se no teor calórico médio de 300 kcal kg⁻¹, indicada por Franco, 1999, totalizando 4.105.555 kcal ha⁻¹.

O total de entradas de energia por hectare foi a mais estável entre as espécies, variando de 2.590.562 até 3.720.856 kcal e com coeficiente de variação de 12,9%. A média de entrada de energia foi 3.325.047, sendo grande parte destes gastos destinados às embalagens (1.442.700 kcal).

O balanço energético médio foi 1,19 calorias por unidade, com grande variação ao longo dos anos, revelando valores desde 0,43 até 1,90 (Figura 32). Semelhante à cultura do alho, mas com menos propriedade, revelou a tendência de incrementar o desempenho energético com as melhorias nas características do solo e do ambiente pelo manejo orgânico.

As participações dos componentes nos dois sistemas estão nas Figuras 33 e 34. No cultivo orgânico constata-se que a embalagem foi o item de maior dispêndio energético, participando com 42,7%, seguida pelo composto orgânico, com 23,6% e pela irrigação, com 14,5%. No cultivo convencional, impressiona o custo energético do nitrogênio, representando 49,6%, seguido pelo potássio e pela irrigação, ambos somando 10,6% do total de energia.

Tabela 33 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de couve-flor em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Composto Orgânico	t	25.700	30	771.000	23,6
Sementes	g	303	200	60.600	1,9
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					5,6
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					8,3
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	
Preparo de Solo (covas)	D/H	4.000	7	28.000	
Distribuição de Composto	D/H	3.600	12	43.200	
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	
Adubação em cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	
Colheita	D/H	2.400	9,4	22.560	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	34,2	34.200	
Transporte Interno	D/H	2.400	9,8	23.520	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	473.000	-	473.000	14,5
Embalagem (Nº cabeças = 16.031)	mil	90.000	16,03	1.442.700	42,7
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	136,86	120.437	3,5
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	3.325.047	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	300	13.686	4.105.775	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	1,19	-
Produção proteica (C)	kg	-	34,22	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	121.481	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 12 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela em variáveis relacionadas.

Tabela 34 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de couve-flor em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico da couve-flor	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	771.000	23,6
Sementes	60.600	1,9
Serviços mecânicos	183.986	5,6
Serviços manuais	(117,4 D/H) 273.280	8,3
Irrigação	473.000	14,5
Embalagem	1.442.700	42,6
Frete	120.437	3,5
TOTAL	3.325.047	100,0

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 12 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

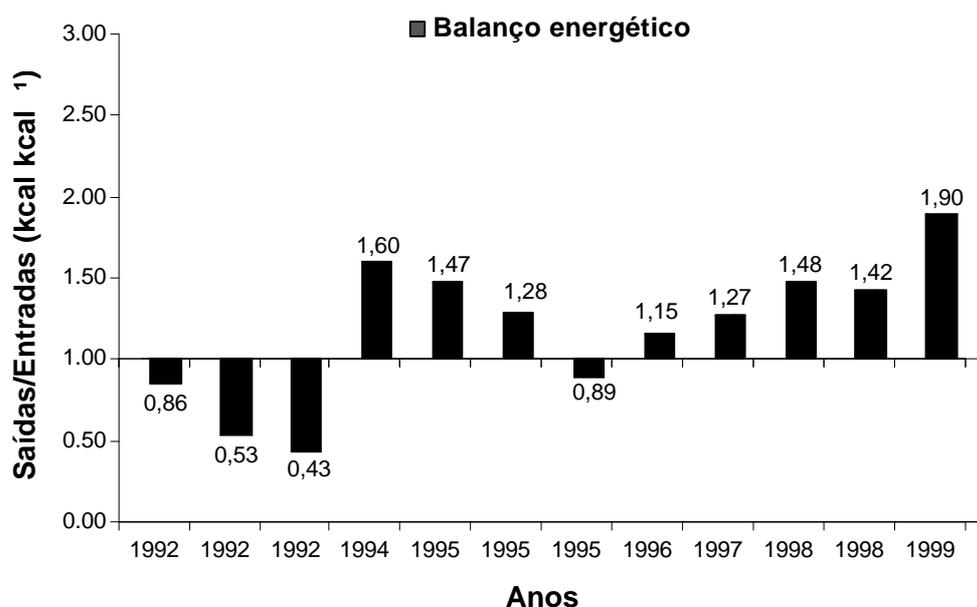


Figura 32 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de couve-flor – INCAPER, 1992 a 1999. UFV: Viçosa, 2006.

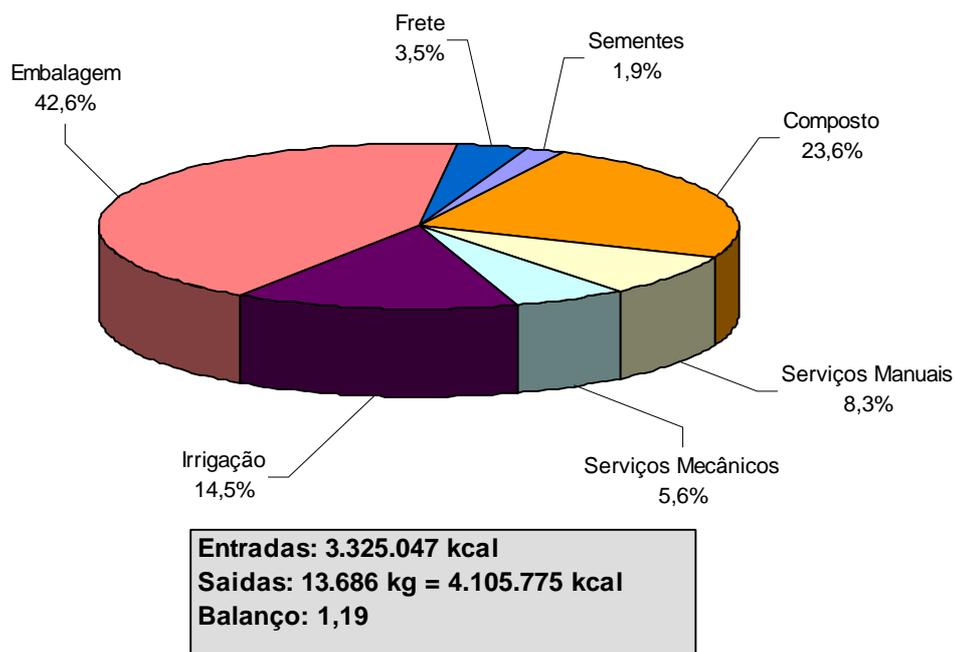


Figura 33 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de couve-flor no sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006.

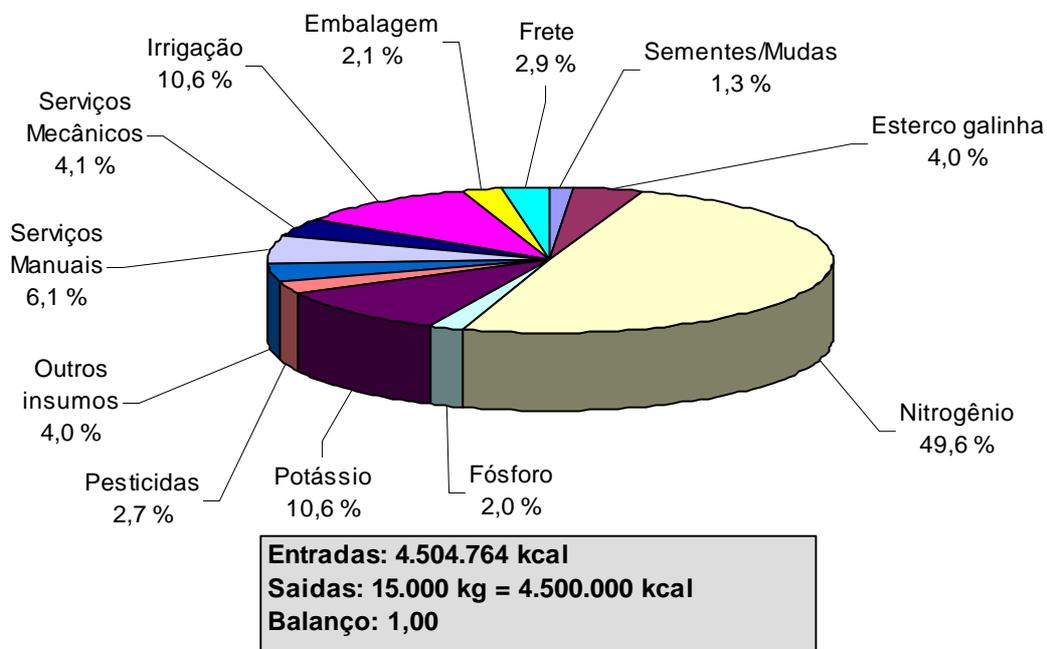


Figura 34 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de couve-flor no sistema convencional. UFV: Viçosa, 2006.

As análises de regressão revelaram o comportamento distinto das demais espécies, em que a relação entre a produtividade de cabeças e entrada de energia teve melhor ajuste no modelo quadrático. Os efeitos do aumento das produtividades sobre as entradas de energia são maiores em níveis mais baixos de rendimentos, tendendo a diminuir nos níveis mais altos (Figura 35A). O balanço energético aumenta gradualmente com os aumentos no aporte de energia, de forma linear dentro dos limites avaliados (Figura 35B).

As comparações das médias do cultivo orgânico com as referências do cultivo convencional, mostrado na Tabela 35, revelam que a produtividade de cabeças comerciais, as saídas de energia, o balanço energético, a produção de proteínas e o custo protéico foram iguais nos dois sistemas de cultivo. O sistema orgânico destacou-se pelos menores custos energéticos, sendo significativamente mais vantajoso do que o cultivo convencional. Os dados mais detalhados podem ser vistos na Tabela 2G, do **Anexo 2**.

A contabilização dos componentes apenas da fase de campo reduziriam os custos energéticos de 3.325.047 para 1.761.910 kcal ha⁻¹ (Figura 36). O balanço energético, que estava próximo à neutralidade, elevaria de 1,19 para 2,33 calorias por unidade investida, melhorando o desempenho energético dessa cultura que mostrava-se comprometido pelos elevados custos das embalagens. Nesta nova abordagem, o composto orgânico passaria a ser o componente mais oneroso, com 43,8%, seguido pela irrigação, com 26,8%.

Tabela 35 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura da couve-flor em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de cabeças (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	13686 a	4.105,8 a	3.325,0 b	1,19 a	34,22 a	121,5 a
CONVENCIONAL	15.000 a	4.500,0 a	4.504,8 a	1,00 a	37,50 a	120,1 a

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

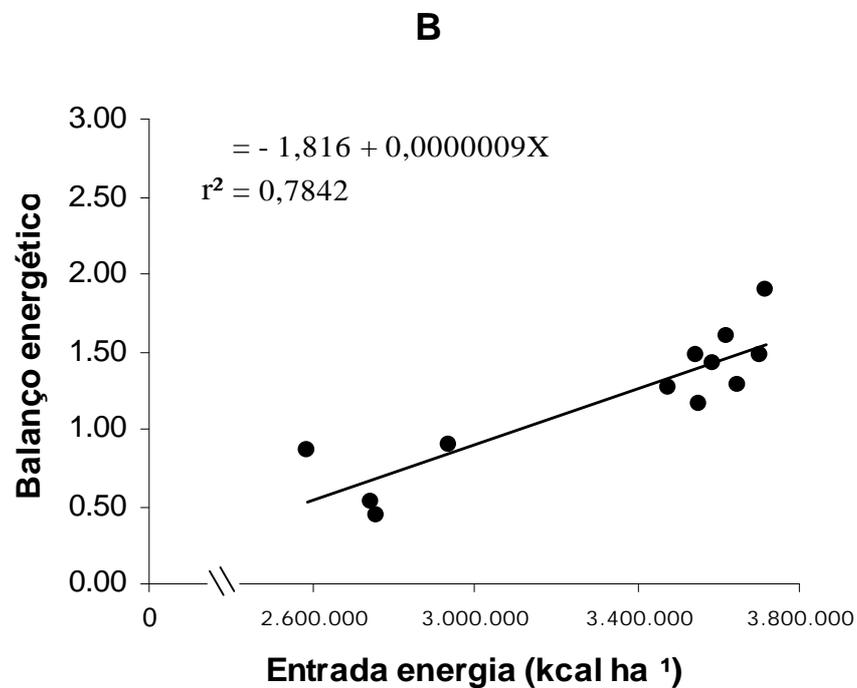
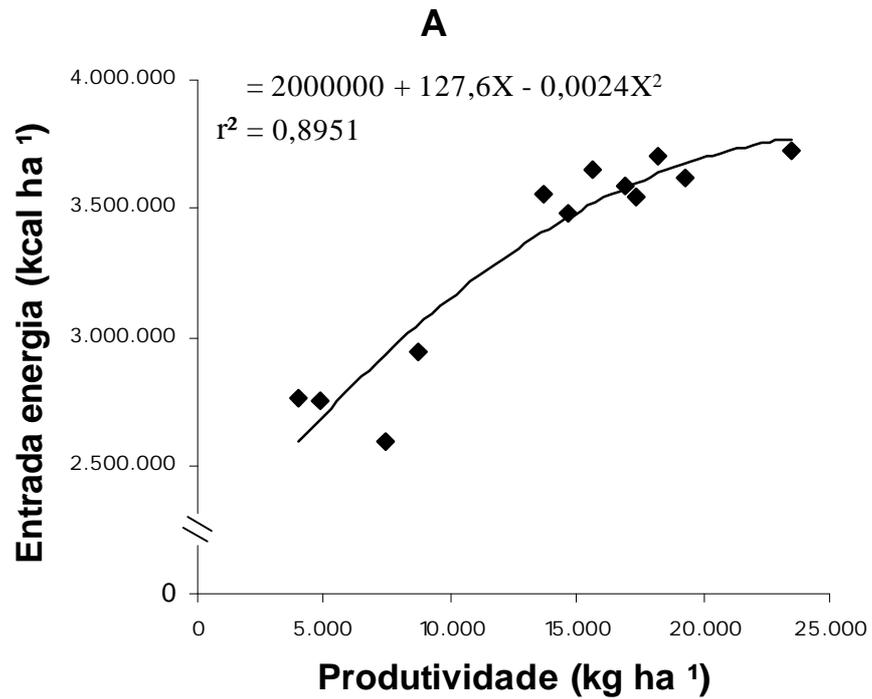


Figura 35 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção de cabeças e às entradas de energia, no cultivo orgânico de couve-flor. UFV: Viçosa, 2006.

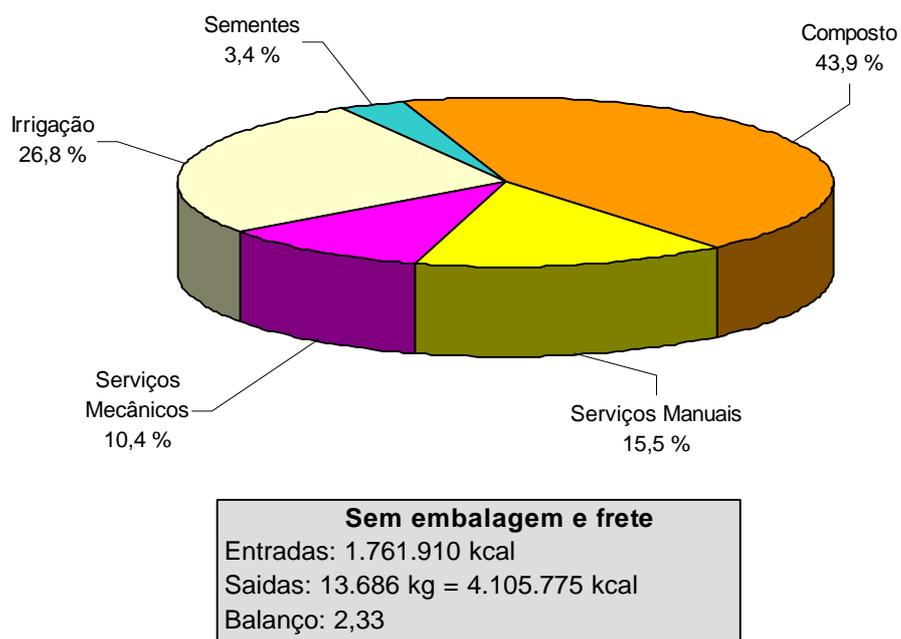


Figura 36 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de couve-flor no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFRV: Viçosa, 2006.

Cultivo convencional da couve-flor:

A couve-flor teve a segunda menor eficiência energética no cultivo convencional, com balanço igual 1,00, superando apenas a cultura do tomate. Dentre as explicações desse comportamento, está a grande participação do nitrogênio nos custos calóricos, com média de 49,6% dos gastos. Em contrapartida, foi a cultura que relativamente empregou menos pesticidas no processo produtivo, componente que somou apenas 2,7% do total, excetuando-se a cultura do taro que não utiliza nenhum tipo de agrotóxico. Os detalhamentos dos dados energéticos estão nas Tabelas 36 e 37.

Tabela 36 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de couve-flor no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema Convencional	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Esterco de galinha	180.000	4,0
Sementes	60.600	1,3
Nitrogênio	2.230.210	49,6
Fósforo	90.000	2,0
Potássio	478.080	10,6
Pesticidas	125.076	2,7
Outros insumos	184.462	4,0
Serviços mecânicos	183.986	4,1
Serviços manuais	(117,0 D/H) 273.600	6,1
Irrigação	473.000	10,6
Embalagem	93.750	2,1
Frete	132.000	2,9
TOTAL	4.504.764	100,0

Tabela 37 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de couve-flor no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Esterco de Galinha	t	30.000	6	180.000	4,0
Sementes	g	303	200	60.600	1,3
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	2,9
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	830	2.230.210	49,6
Fósforo (Super Simples)	kg	600	150	90.000	2,0
Potássio (18-00-36)	kg	576	830	478.080	10,6
FTE	kg	1291	40	51.640	1,1
Pi-Rimor 500 PM	kg	60.393	1	60.393	1,3
Espalhante Adesivo	L	64.683	1	64.683	1,4
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					4,1
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					6,1
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Preparo de solo (covas)	D/H	4.000	7	28.000	
Adubação química	D/H	1.500	4	6.000	
Distribuição de Esterco	D/H	3.200	8	25.600	
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	
Adubação em cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	
Capinas	D/H	4.000	20	80.000	
Pulverizações	D/H	2.400	10	24.000	
Colheita	D/H	2.400	10	24.000	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	20	20.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	10	24.000	
3. OUTROS:					
Irrigação	ha	473.000	-	473.000	10,6
Embalagem (engradados =15.000 cab.)	ud	75	1.250	93.750	2,1
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	150,00	132.000	2,9
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	4.504.764	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	300	15.000	4.500.000	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	1,00	-
Produção proteica (C)	kg	-	37,50	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	120.127	-

3.1.8. Cultivo orgânico do repolho

O repolho destacou-se pelo melhor desempenho produtivo no sistema orgânico. Esse resultado se deve possivelmente às características da cultura, como rusticidade, baixa demanda por insumos e por não demandar tratamentos fitossanitários. Este bom nível de produtividade é confirmado pelos indicadores contidos na Tabela 38 e resumidos na Tabela 39.

Tomando por base o valor calórico médio de 250 kcal por kg de repolho fresco (FRANCO, 1999), a produtividade média de 55.320 kg ha⁻¹ contém 13.829.967 kcal ha⁻¹ de energia, expressivamente superior aos gastos energéticos no processo produtivo, que foi de 3.351.908 kcal ha⁻¹. Assim, confirma-se a grande eficiência energética desta cultura no sistema orgânico de produção, ilustrada nos balanços energéticos de todos os 15 cultivos realizados no período de 1991 a 1999 (Figura 37). Verificou-se balanços positivos em todos os cultivos, variando de 2,40 até 4,98 calorias produzidas por unidade.

Por empregar apenas o filme plástico para revestir as cabeças, similar aos frutos de abóbora, o dispêndio energético com embalagens na cultura do repolho não foi tão expressivo, como em outras culturas. Na Tabela 39 verifica-se que os maiores gastos de energia foi com a adubação orgânica baseada no composto, que somou 771.000 kcal, seguida por outros componentes com custos calóricos totais relativamente próximos, como: embalagem (682.976 kcal), frete (486.816 kcal), irrigação (473.000 kcal), sementes (408.300 kcal) e serviços manuais (345.780 kcal).

Os valores calóricos dos componentes tiveram participação percentual bastante equilibrada nos custos, conforme a Figura 38. No cultivo convencional, mais uma vez os adubos minerais nitrogênio, fósforo e potássio foram responsáveis pela maior parte dos gastos, totalizando 53,7% do total de gastos calóricos (Figura 39).

O modelo linear simples foi o que melhor se ajustou aos dados das relações entre a produtividade e entrada de energia, e entre as entradas e o balanço energético para o repolho, como pode se notar nas Figuras 40A e 40B, com coeficientes de determinação r^2 de 85,62% e 72,69%, respectivamente.

Tabela 38 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de repolho em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Composto Orgânico	t	25.700	30	771.000	23,2
Sementes	g	1361	300	408.300	12,3
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					5,5
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					10,3
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	
Preparo de Solo (covas)	D/H	4.000	7	28.000	
Distribuição de Composto	D/H	3.600	12	43.200	
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	
Adubação em cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	
Colheita	D/H	2.400	18,6	44.640	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	63,5	63.500	
Transporte Interno	D/H	2.400	18,6	44.640	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	473.000	-	473.000	14,2
Embalagem (Nº cabeças = 32.433)	mil	21.060	32,43	682.976	20,1
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	553,20	486.816	14,3
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	3.351.908	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	250	55.320	13.829.967	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	4,07	-
Produção proteica (C)	kg	-	77,45	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	45.733	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 15 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela em variáveis relacionadas.

Tabela 39 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de repolho em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico do repolho	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	771.000	23,3
Sementes	408.300	12,3
Serviços mecânicos	183.986	5,5
Serviços manuais	(164,7 D/H) 345.780	10,3
Irrigação	473.000	14,2
Embalagem	682.976	20,1
Frete	486.816	14,3
TOTAL	3.351.908	100,0

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 15 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

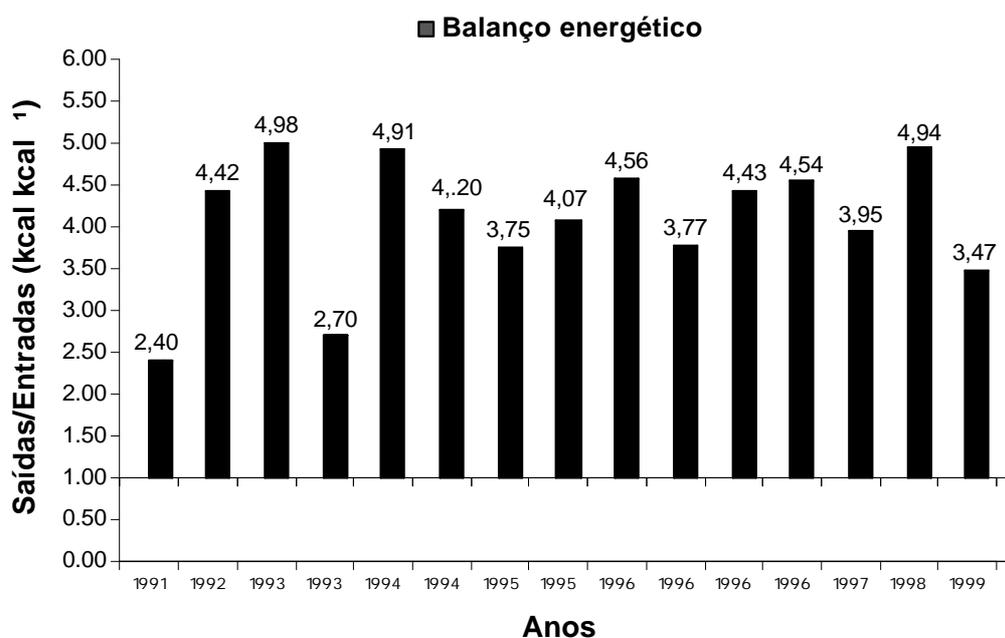


Figura 37 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de repolho – INCAPER, 1991 a 1999. UFV: Viçosa, 2006.

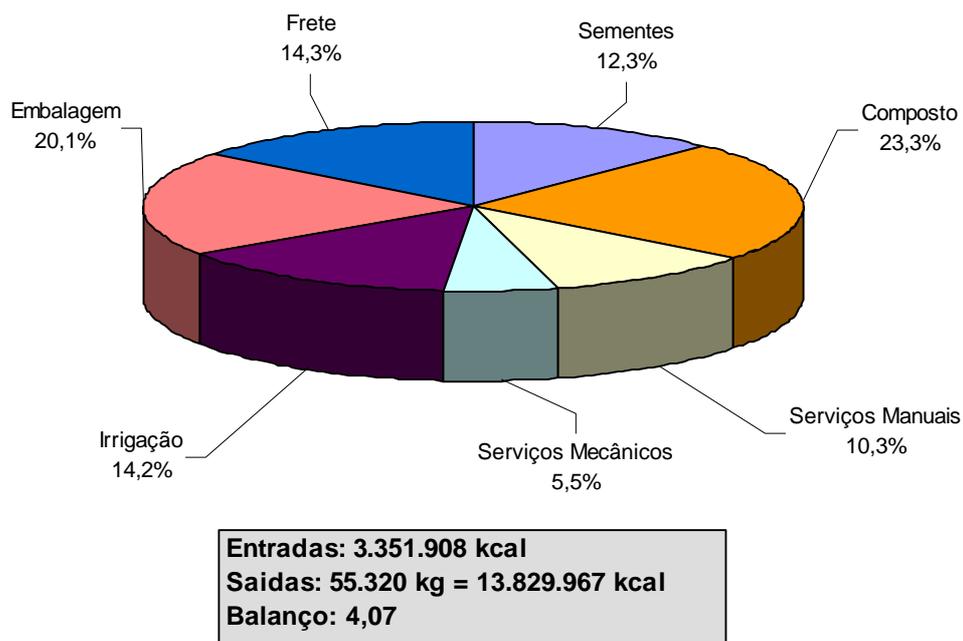


Figura 38 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de repolho no sistema orgânico. INCAPER, 2006.

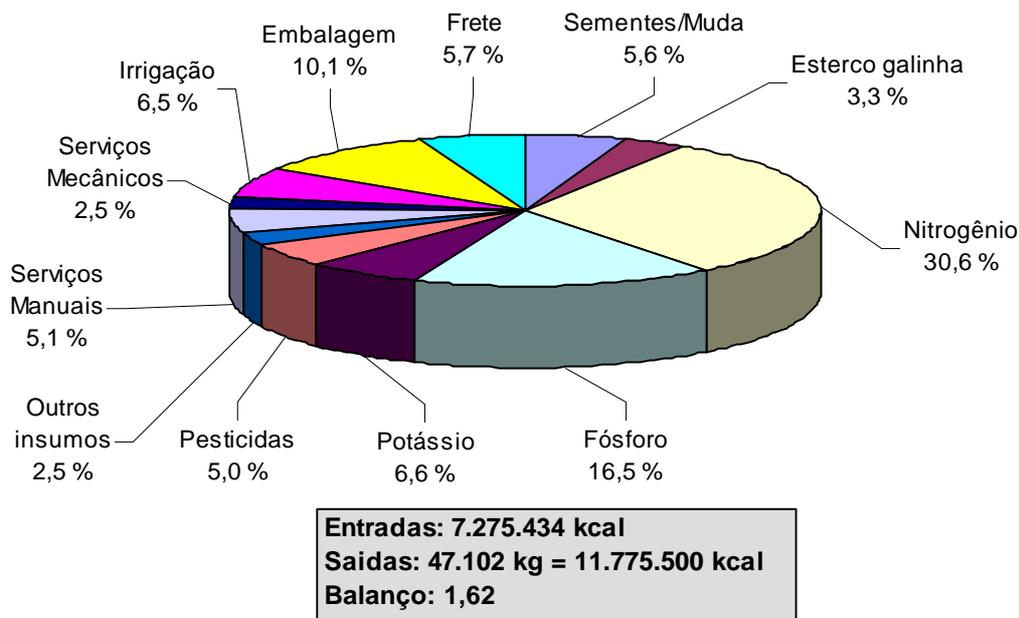


Figura 39 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de repolho no sistema convencional. INCAPER, 2006.

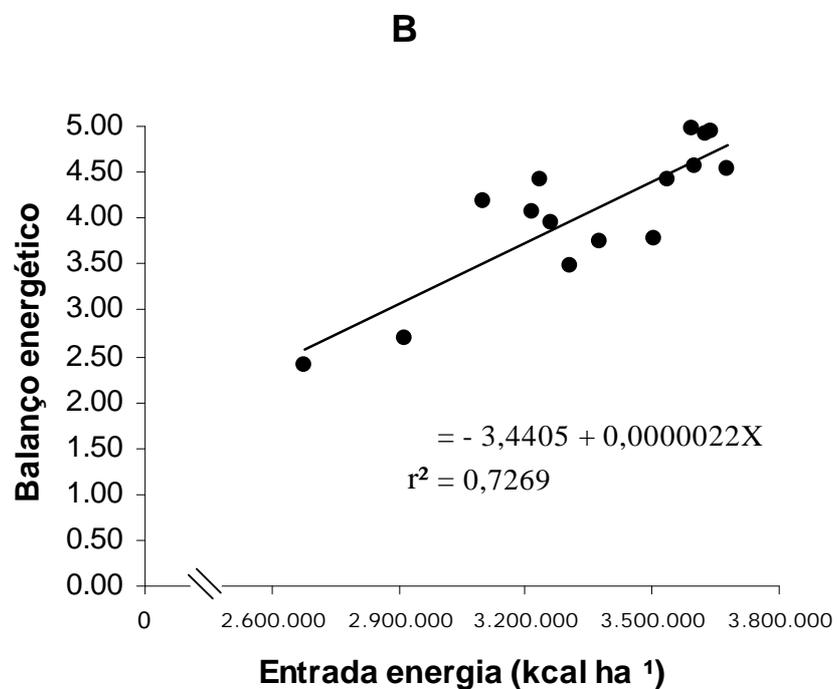
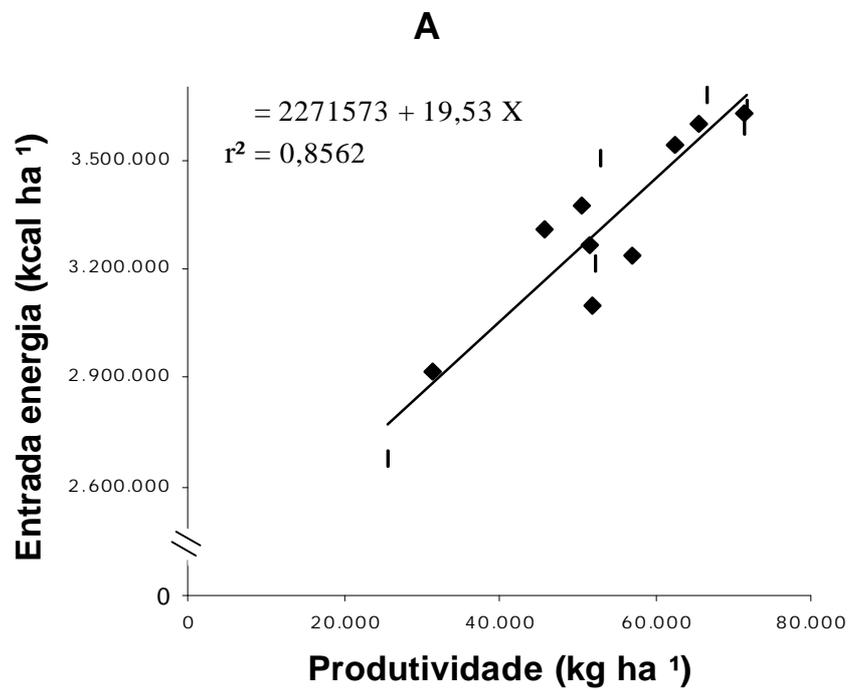


Figura 40 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção de cabeças e às entradas de energia, no cultivo orgânico de repolho. UFRV: Viçosa, 2006.

O excelente desempenho produtivo e energético desta espécie no cultivo orgânico fez com que as análises estatísticas de comparação das médias com o cultivo convencional confirmassem diferenças estatísticas em todas as variáveis analisadas (Tabela 40). O cultivo orgânico de repolho teve maior produtividade, saídas de energia, balanço energético e produção de proteínas. Também se destacou pelos menores gastos de energia e menores custos protéicos. O maior destaque poder ser considerado o balanço energético médio de 4,07, contra a média de 1,62 do cultivo convencional, o que significa eficiência 151% maior. Maiores detalhes podem ser verificados na Tabela 2H, do **Anexo 2**.

Tabela 40 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura do repolho em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de cabeças (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	55.320 a	13.830,0 a	3.351,9 b	4,07 a	77,45 a	45,7 b
CONVENCIONAL	47.102 b	11.775,5 b	7.275,4 a	1,62 b	65,94 b	110,3 a

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

A contabilização dos componentes apenas da fase de campo reduziram os custos energéticos do cultivo orgânico do repolho, de 3.351.908 para 2.182.116 kcal ha⁻¹. O balanço energético, que já era significativo, seria elevado de 4,07 para 6,34 calorias por unidade investida, melhorando o desempenho energético dessa cultura. Nesta situação, o composto orgânico seria o componente mais oneroso, com 35,3%, seguido pela irrigação, sementes e mão-de-obra, com participações similares (Figura 41).

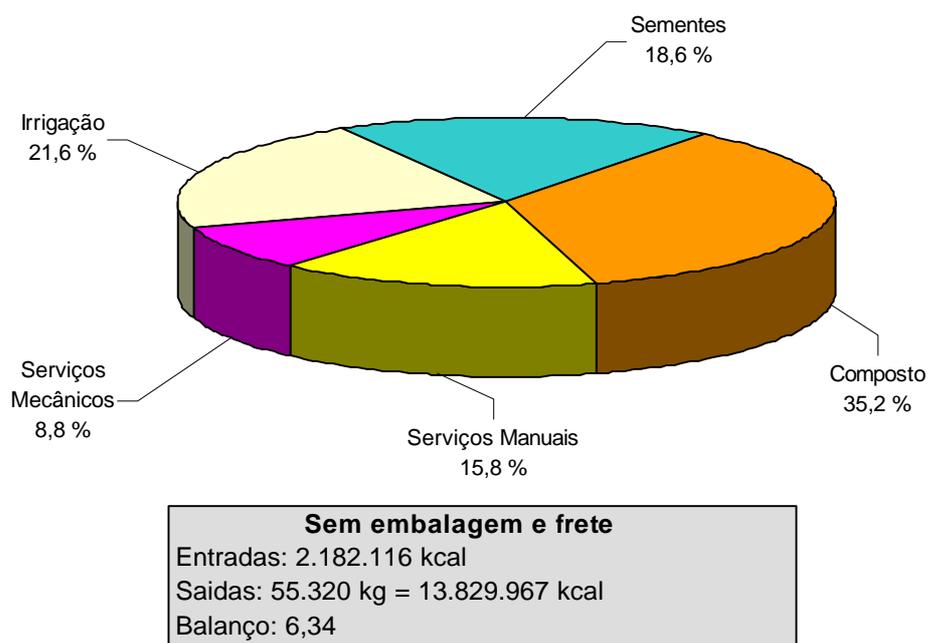


Figura 41 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de repolho no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFV: Viçosa, 2006.

Cultivo convencional do repolho:

Os detalhamentos dos dados energéticos do cultivo convencional de repolho estão nas Tabelas 41 e 42. A adubação foi a responsável pela maioria dos gastos energéticos desta cultura, somando 53,7% de participação no total, destacando-se o componente nitrogênio, com 30,6%.

Tabela 41 - Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de repolho no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema Convencional	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Esterco de galinha	240.000	3,3
Sementes	408.300	5,6
Nitrogênio	2.230.210	30,6
Fósforo	1.200.000	16,5
Potássio	478.080	6,6
Pesticidas	356.338	5,0
Outros insumos	184.462	2,5
Serviços mecânicos	183.986	2,5
Serviços manuais	(159,0 D/H) 371.800	5,1
Irrigação	473.000	6,5
Embalagem	734.760	10,1
Frete	414.498	5,7
TOTAL	7.275.434	100,0

Tabela 42 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de repolho no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS:					
Esterco Galinha	t	30.000	8	240.000	3,3
Sementes	g	1361	300	408.300	5,6
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	1,8
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	830	2.230.210	30,6
Fósforo (Super Simples)	kg	600	2000	1.200.000	16,5
Potássio (18-00-36)	kg	576	830	478.080	6,6
FTE	kg	1291	40	51.640	0,7
Decis 25 CE	L	60.393	2	120.786	1,7
Pi-Rimor 500 PM	kg	60.393	2	120.786	1,7
Dithane PM	kg	50.083	1	50.083	0,7
Espalhante Adesivo	L	64.683	1	64.683	0,9
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					2,5
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					5,1
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Preparo de solo (covas)	D/H	4.000	12	48.000	
Adubação química	D/H	1.500	6	9.000	
Distribuição de Esterco	D/H	3.200	15	48.000	
Plantio	D/H	1.500	34	51.000	
Adubação em cobertura mineral	D/H	1.500	5	7.500	
Capinas	D/H	4.000	20	80.000	
Pulverizações	D/H	2.400	10	24.000	
Colheita	D/H	2.400	16	38.400	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	20	20.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	16	38.400	
3. OUTROS:					
Irrigação	ha	473.000	-	473.000	6,5
Embalagem (sacos cap. 30 kg)	ud	468	1570	734.760	10,1
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	471,02	414.498	5,7
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	7.275.434	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	250	47.102	11.775.500	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	1,62	-
Produção proteica (C)	kg	-	65,94	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	110.334	-

3.1.9. Cultivo orgânico do taro

O cultivo orgânico do taro se caracteriza pela baixa demanda de insumos, estando entre as culturas de maior potencial no mercado de alimentos orgânicos. O único insumo é o composto orgânico, conforme se verifica nos coeficientes energéticos médios, obtidos dos 6 cultivos realizados (Tabelas 43 e 44). Essas características proporcionaram produção de biomassa por hectare, na média de 23.805 kg ha⁻¹ de rizomas comerciais.

Tabela 43 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de taro em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico do taro	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	514.000	10,5
Mudas	1.388.000	28,2
Serviços mecânicos	183.986	3,7
Serviços manuais	(163,0 D/H) 463.020	9,4
Irrigação	507.400	10,3
Embalagem	1.713.600	33,8
Frete	209.484	4,1
TOTAL	4.978.452	100,0

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 6 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

Tabela 44 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de taro em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS.					
Composto Orgânico	t	25.700	20	514.000	10,5
Rizomas (mudas)	kg	694	2.000	1.388.000	28,2
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					3,7
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					9,4
Preparo de Solo (Sulcos)	D/H	4.000	10	40.000	
Distribuição de Composto	D/H	3.600	12	43.200	
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	
Adubação em cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	
Amontoa	D/H	4.000	15	60.000	
Capinas	D/H	4.000	10	40.000	
Colheita	D/H	4.000	30	120.000	
Limpeza	D/H	2.400	16,5	39.600	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	33,7	33.700	
Transporte Interno	D/H	2.400	17,8	42.720	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	507.400	-	507.400	10,3
Embalagem (1 kg)	mil	72.000	23,80	1.713.600	33,8
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	238,05	209.484	4,1
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	4.978.452	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	668	23.805	15.901.851	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	3.14	-
Produção proteica (C)	kg	-	35,71	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	146.040	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 6 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela em variáveis relacionadas.

A média de entrada de energia em 1 ha foi 4.978.452 kcal, com produção 15.901.851 kcal de energia na colheita, revelando saldo energeticamente positivo. O balanço energético médio para a cultura foi de 1,81 calorias por caloria gasta no processo produtivo. A evolução do balanço energético ao longo dos anos está ilustrada na Figura 42. Esse balanço energético positivo para uma cultura de excelente retorno econômico, como o taro, é extremamente interessante para que seja uma espécie estrategicamente introduzida nesse sistema de cultivo.

A participação porcentual dos componentes nos custos energéticos do cultivo orgânico para o taro pode ser verificada na Figura 43. As embalagens e as mudas tiveram os maiores custos, com 33,8% e 28,2%, respectivamente. No cultivo convencional, ilustrado na Figura 44, nota-se que os adubos minerais não participam tão intensamente como em outras culturas, sendo as mudas o item de maior dispêndio (27,3%), seguido pelo nitrogênio (17,4%), fósforo (10,6%) e irrigação (10,0%).

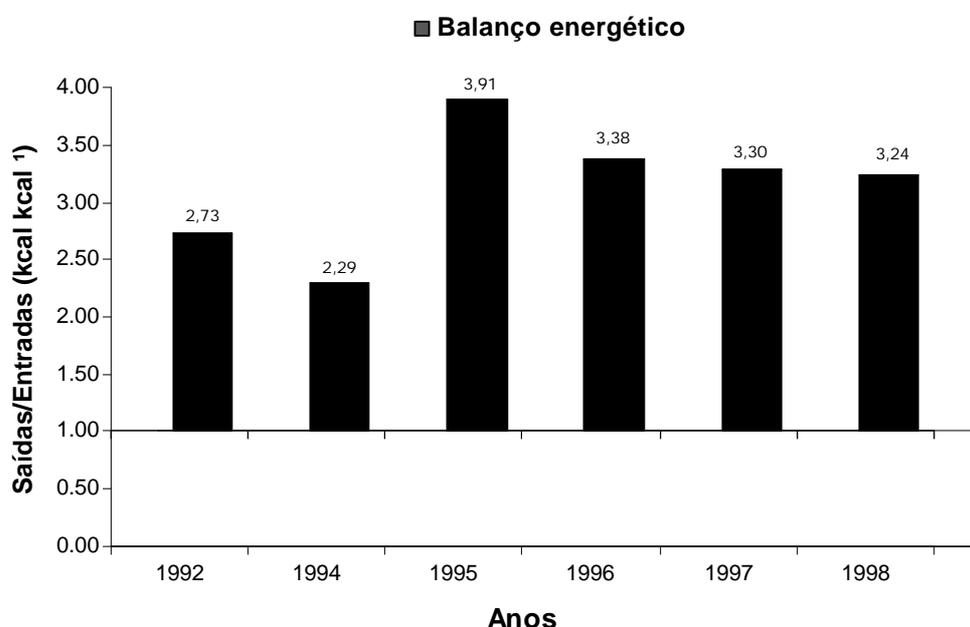


Figura 42 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de taro – INCAPER, 1992 a 1998. UFV: Viçosa, 2006.

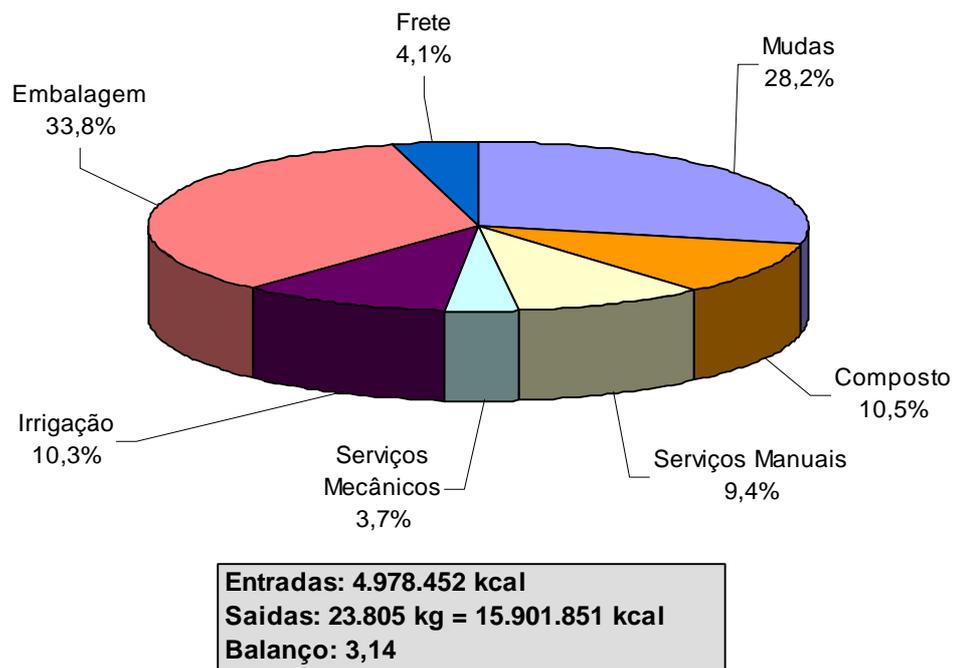


Figura 43 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de taro no sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006.

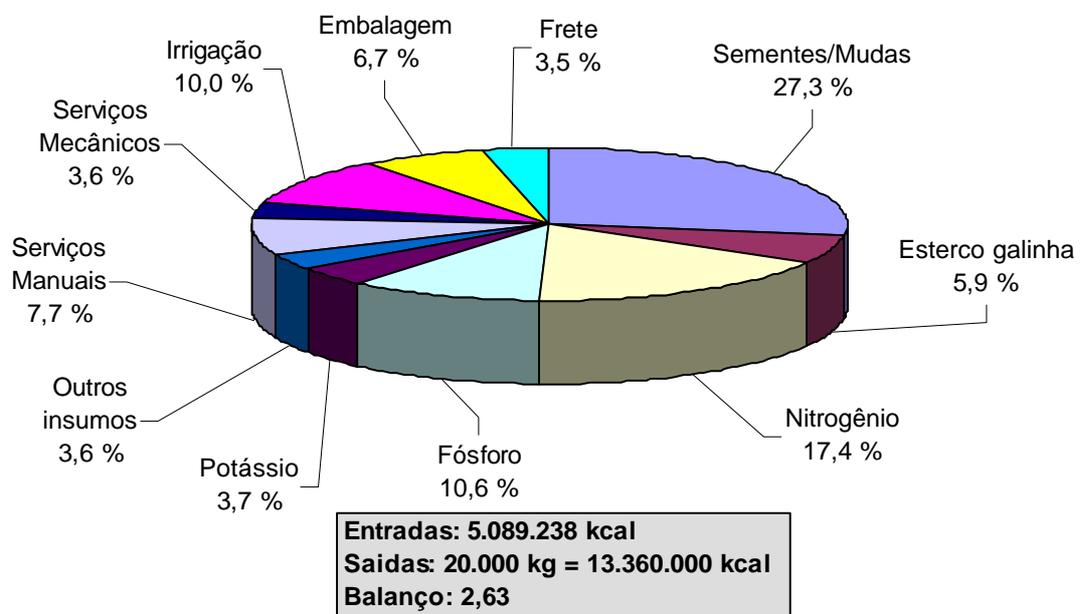


Figura 44 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de taro no sistema convencional. UFV: Viçosa, 2006.

A Figura 45 mostra que a contabilização dos componentes apenas da fase de campo do cultivo orgânico do taro reduziria os custos de 4.978.452 para 3.055.368 kcal ha⁻¹. O balanço seria elevado de 3,14 para 5,20 calorias por unidade investida. Nesse balanço, os rizomas-semente passaram a ser o componente de maior custo, participando com 45,4% dos custos energéticos desta cultura. O composto orgânico, a irrigação e a mão-de-obra assumiram participações similares em 2º plano, entre 15,2% e 16,8%.

Provavelmente, pelo pequeno número de cultivos realizados (n=6) não foi possível detectar diferenças estatísticas pelo teste 't', entre os sistemas orgânico e convencional, para todas as variáveis analisadas (Tabela 45 e Tabela 2I, do **Anexo 2**).

A relação funcional entre as variáveis apresentou melhor ajuste no modelo linear simples nas duas relações avaliadas: entre produtividade e entrada de energia e entre entrada e balanço energético (Figuras 46A e 46B).

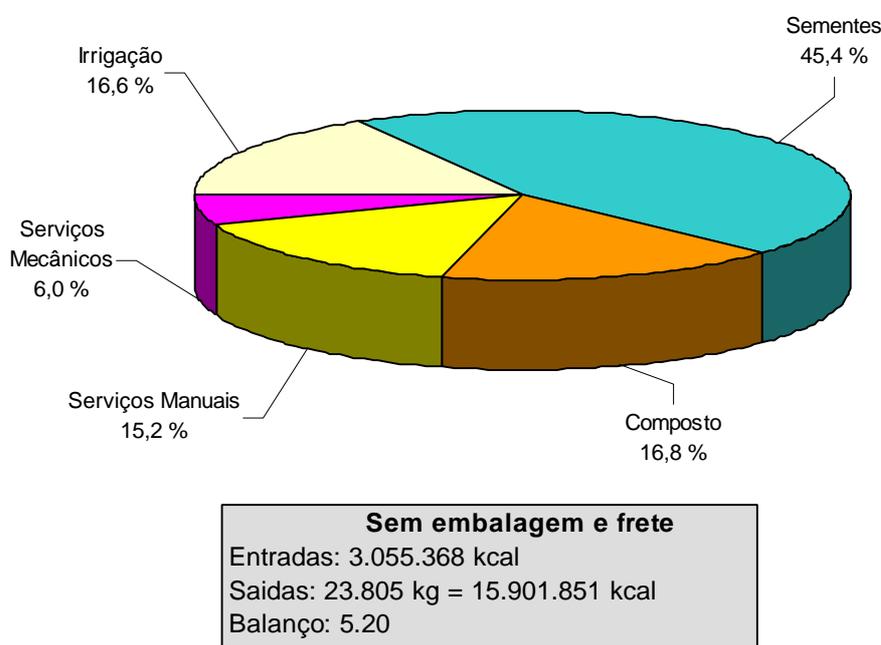


Figura 45 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de taro no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFV: Viçosa, 2006.

Tabela 45 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura do taro em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de 'dedos' (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	23.805 a	15.901,9 a	4.978,5 a	3,14 a	35,71 a	146,0 a
CONVENCIONAL	20.000 a	13.360,0 a	5.089,2 a	2,63 a	30,00 a	169,6 a

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

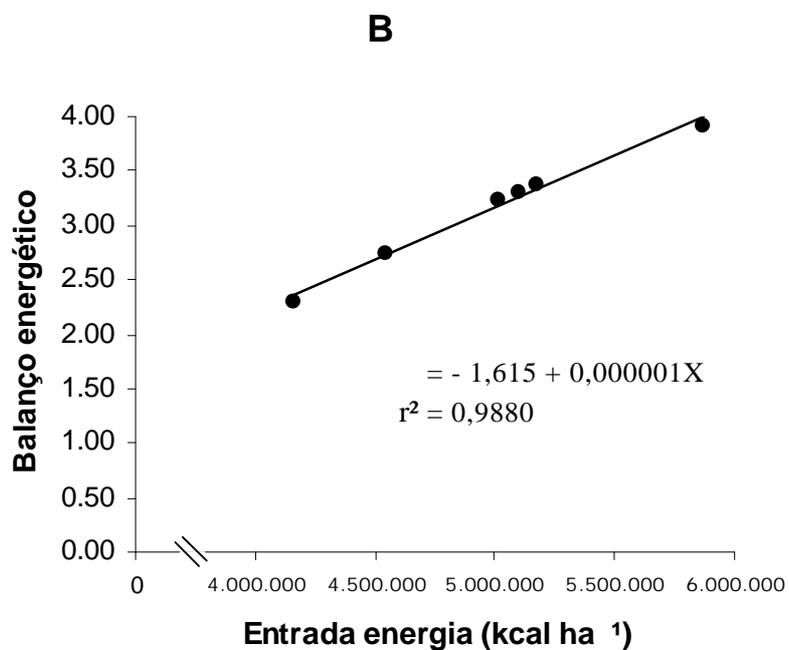
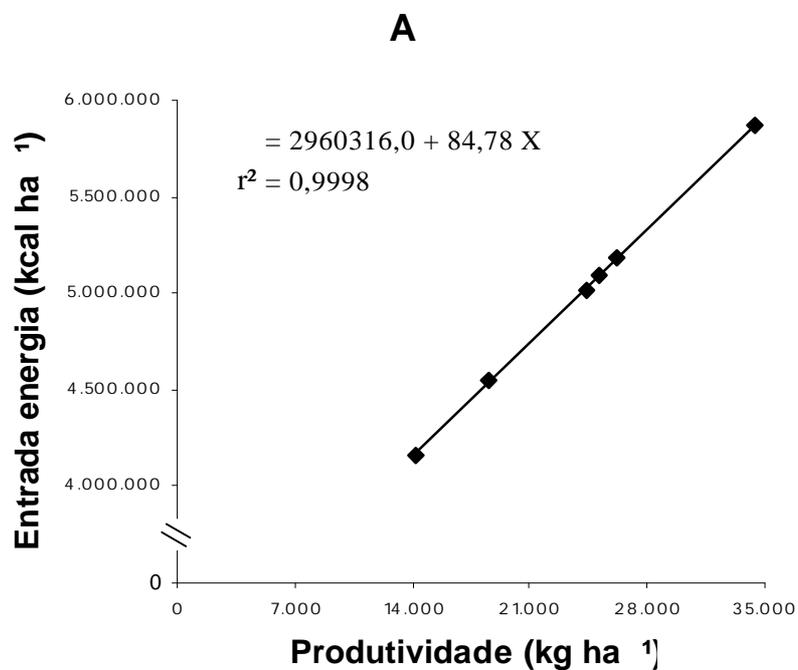


Figura 46 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção de rizomas e às entradas de energia, no cultivo orgânico de taro. UFV: Viçosa, 2006.

Cultivo convencional do taro:

Considerando todas as espécies do sistema convencional, apenas o taro não tem custos com pesticidas, os quais têm participação nula no total de gastos. Os detalhamentos dos dados energéticos dessa espécie estão nas Tabelas 46 e 47.

Tabela 46 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 há de taro no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema Convencional	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Esterco de galinha	300.000	5,9
Mudas	1.388.000	27,3
Nitrogênio	886.710	17,4
Fósforo	540.000	10,6
Potássio	190.080	3,7
Pesticidas	0	0,0
Outros insumos	184.462	3,6
Serviços mecânicos	183.986	3,6
Serviços manuais	(133,0 D/H) 390.600	7,7
Irrigação	507.400	10,0
Embalagem	342.000	6,7
Frete	176.000	3,5
TOTAL	5.089.238	100,0

Tabela 47 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de taro no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS.					
Esterco de Galinha	t	30.000	10	300.000	5,9
Rizomas (mudas)	kg	694	2.000	1.388.000	27,3
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	2,6
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	330	886.710	17,4
Fósforo (Super Simples)	kg	600	900	540.000	10,6
Potássio (18-00-36)	kg	576	330	190.080	3,7
FTE	kg	1291	40	51.640	1,0
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					3,6
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					7,7
Aplicação de Calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Preparo de Solo (Sulcos)	D/H	4.000	10	40.000	
Adubação Química	D/H	1.500	4	6.000	
Distribuição de Esterco	D/H	3.200	8	25.600	
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	
Adubação em cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	
Amontoa	D/H	4.000	15	60.000	
Capinas	D/H	4.000	10	40.000	
Colheita	D/H	4.000	30	120.000	
Limpeza	D/H	2.400	15	36.000	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	15	15.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	10	24.000	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	507.400	-	507.400	10,0
Embalagem (sacos cap. 20 kg)	ud	342	1.000	342.000	6,7
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	200,00	176.000	3,5
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	5.089.238	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	668	20.000	13.360.000	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	2,63	-
Produção proteica (C)	kg	-	30,00	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	169.641	-

3.1.10. Cultivo orgânico do tomate

No cultivo orgânico de hortaliças, o tomate caracteriza-se como a cultura de maior desafio, pelas grandes exigências nutricionais e alta suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças. Por isso, tem sido a cultura de maior demanda por insumos e serviços, e por consequência, tem apresentado maiores custos de produção e maiores dispêndios energéticos na cadeia produtiva. Verifica-se na Tabela 48 que o total de entradas de energia necessária à produção de 1 ha dessa cultura situou-se na média de 8.665.631 kcal. Com a produção ainda limitada por questões tecnológicas, comprovada pela média de 34.545 kg ha⁻¹ de frutos comerciais, a produção de energia também se limitou a 8.636.333 kcal, causando balanço energético próximo à neutralidade, na média de 0,97 calorias produzidas por caloria dispendida.

A evolução dos balanços energéticos registrados em todos os campos, no período de 1992 a 1999, está na Figura 47. Nota-se alternância de balanços positivos e negativos, além da relação muito estreita entre as saídas e entradas de energia em cada cultivo, visto que o balanço mínimo foi 0,74 e o máximo 1,14, o que gerou também a amplitude total bastante reduzida, ou seja, 0,40. O comportamento destes balanços se assemelha ao valor médio de 0,94 calculado por Comitê (1995) analisando o desempenho energético do tomate no Brasil no ano de 1990.

A estatística descritiva das variáveis dessa espécie comprovou a variabilidade relativamente pequena nos dados, tanto pelos desvios padrões obtidos quanto pelos coeficientes de variação, que foram de 13 % para o balanço energético, até 32 % na produtividade, saídas e produção de proteínas.

Dentre os componentes do cultivo orgânico, o maior gasto foi com a embalagem, participando com mais da metade de todo o custo energético do tomate, ou seja, 56,1% do total de energia consumida no sistema (Tabela 49). Isto comprova a grande preocupação ambiental que remete à questão do uso dos plásticos nos sistemas orgânicos. Comparada às outras hortaliças, esta cultura foi a que mais consumiu energia com este componente. Na cultura da cenoura as embalagens representaram 53,2% e na cultura da batata-baroa, 50,3%.

Tabela 48 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de tomate em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS.					
Composto Orgânico	t	25.700	30	771.000	9,2
Sementes (produzida localmente)	g	36	250	9.000	0,1
Biofertilizante líquido enriquecido	L	13	32.000	416.000	5,0
<i>Bacillus thuringiensis</i> (Dipel PM)	kg	60.393	3	181.179	2,1
Calda Bordalesa	L	19	8.000	152.000	1,9
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					2,2
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					12,0
Preparo de sementeira	D/H	1500	2	3.000	
Preparo de Solo (covas)	D/H	4.000	12	48.000	
Distribuição de Composto	D/H	3.600	12	43.200	
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	
Estaqueamento	D/H	3.600	45	162.000	
Aplicação de biofertilizante líquido	D/H	3.600	16	57.600	
Amontoa	D/H	4.000	12	48.000	
Capinas	D/H	4.000	10	40.000	
Aplicação de calda bordalesa	D/H	2.400	32	76.800	
Pulverizações	D/H	2.400	24	57.600	
Amarrio, desbrota e capação	D/H	2.400	105	252.000	
Colheita (s)	D/H	2.400	45,6	109.440	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	50,0	50.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	13,6	32.640	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	663.920	-	663.920	7,9
Embalagem (500 g)	mil	72.000	69,09	4.974.480	56,1
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	345,45	303.996	3,4
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	8.665.631	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	250	34.545	8.636.333	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	0,97	-
Produção proteica (C)	kg	-	41,45	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	217.257	-

¹ Os valores médios das variáveis e da participação porcentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 9 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos nesta tabela em variáveis relacionadas.

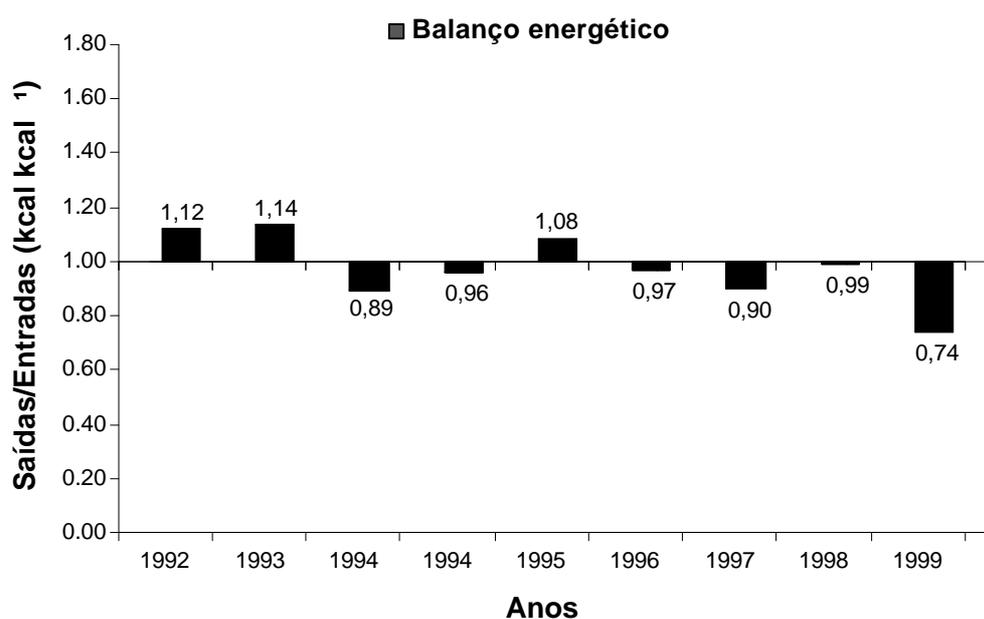


Figura 47 – Evolução dos balanços energéticos em cultivos orgânicos de tomate – INCAPER, 1992 a 1999. UFV: Viçosa, 2006.

Tabela 49 – Participação energética percentual dos componentes da produção de 1 ha de tomate em sistema orgânico de produção – área experimental do INCAPER. UFV: Viçosa, 2006¹

Componentes	Cultivo orgânico do tomate	
	Gastos calóricos (kcal ha ⁻¹)	%
Composto orgânico	771.000	9,2
Sementes	9.000	0,1
Caldas e insumos biológicos	333.179	4,0
Outros insumos	416.000	5,0
Serviços mecânicos	183.986	2,2
Serviços manuais	(399,2 D/H) 1.010.280	12,0
Irrigação	663.920	7,9
Embalagem	4.974.480	56,2
Frete	303.996	3,4
TOTAL	8.665.631	100,0

¹ O valor médio do total de gasto calórico e a participação percentual dos componentes foram obtidos pela média aritmética de 9 cultivos realizados, podendo haver diferenças de cálculos na totalização dos valores nesta tabela.

As comparações das médias deste sistema com aqueles padrões do sistema convencional, realizadas pelo teste 't', comprovaram diferenças significativas em todas as variáveis analisadas. O sistema orgânico teve menores entradas de energia, isto é, 8.665.631 kcal ha⁻¹ contra 16.641.459 kcal ha⁻¹ do sistema convencional, o que significa um gasto calórico de 48% a menos. Mesmo com menor produção de energia pela menor produtividade, o balanço energético no cultivo orgânico foi mais favorável que aquele verificado no convencional (0,97 contra 0,83, respectivamente), pelo fato de que a diferença entre as entradas foi muito maior (48%) que aquela verificada entre as saídas (37%). A menor entrada de energia proporcionou também menores custos na produção de proteínas, em torno de 14%. O resumo da análise estatística está na Tabela 50 e o detalhamento está na Tabela 2J, **Anexo 2**.

Tabela 50 – Comparação das médias do desempenho produtivo e energético da cultura do tomate em sistema orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006¹

Sistemas/ Análises	Produtividade de frutos (kg ha ⁻¹)	Saída energia (B) (Mil kcal ha ⁻¹)	Entrada energia (A) (Mil kcal ha ⁻¹)	Balanço (B/A)	Produção protéica (kg ha ⁻¹)	Custo protéico (Mil kcal ha ⁻¹)
ORGÂNICO	34.545 b	8.636,3 b	8.665,6 b	0.97 a	41,45 b	217,3 b
CONVENCIONAL	55.000 a	13.750,0 a	16.641,5 a	0.83 b	66,00 a	252,1 a

¹ Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

O sistema convencional do tomate revelou maior produtividade de frutos, em média, 37% superior ao sistema orgânico. Por conseqüência, houve também maior saída de energia na colheita e maior produção de proteínas, na mesma proporção (37% a mais), por causa da relação direta entre estas variáveis e a produtividade (Tabela 50).

Na Figura 48 verifica-se a participação porcentual de todos os componentes nos custos calóricos do cultivo orgânico do tomate, comprovando a grande diferença entre os gastos calóricos das embalagens e os demais. As embalagens consumiram 4.974.480 kcal (56,1%), a mão-de-obra consumiu 399,2 Dias/Homem (1.010.280 kcal = 12,0%), o composto teve o gasto de 771.000 kcal (9,2%) e na irrigação foram gastos 663.920 kcal (7,9%), sendo estes os componentes de maiores custos energéticos.

No sistema convencional, a distribuição de 16.641.459 kcal na produção de tomate, está na Figura 49. Verifica-se que, diferentemente do sistema orgânico, os maiores custos foram empregados com adubos minerais, com 57% (nitrogênio = 35,9%, fósforo = 14,5% e potássio = 7,7%) e pesticidas, com 21,0%, ambos totalizando 78,9% do custo energético da produção, destacando-se que todo esse conteúdo é oriundo de energia não-renovável.

Conforme relatam diversos autores (PIMENTEL, 1980; GÂNDARA, 1998; FERRARO JÚNIOR, 1999 e GLIESSMAN, 2000), os sistemas orgânicos geralmente tendem a consumir menos energia de fontes não-renováveis, concentrando grande parte de seus gastos energéticos em fontes renováveis, como matéria orgânica, mão-de-obra, biofertilizantes, entre outros. Porém, o cultivo orgânico de tomate passa a depender fortemente também de recursos energéticos não renováveis, pela grande participação das embalagens plásticas no processo, à semelhança da cenoura, batata-baroa, batata-doce e couve-flor.

Na Figura 50, verificamos como ficaria o total de custos, o balanço e a participação porcentual dos componentes no sistema orgânico, se contabilizássemos apenas os gastos energéticos da fase de cultivo. As entradas seriam drasticamente reduzidas de 8.665.631 para 3.387.155 kcal ha⁻¹ (redução de 60,9%), sendo a cultura que apresentaria a maior redução de custos, devido à elevada participação energética das embalagens, que totalizam 4.974.480 kcal ha⁻¹. O balanço energético se tornaria positivo, elevando-se de 0,97 para 2,55. O componente de maior gasto passaria a ser a mão-de-obra, com 29,8%, seguida do composto orgânico, com 22,8% e da irrigação, com 19,6%.

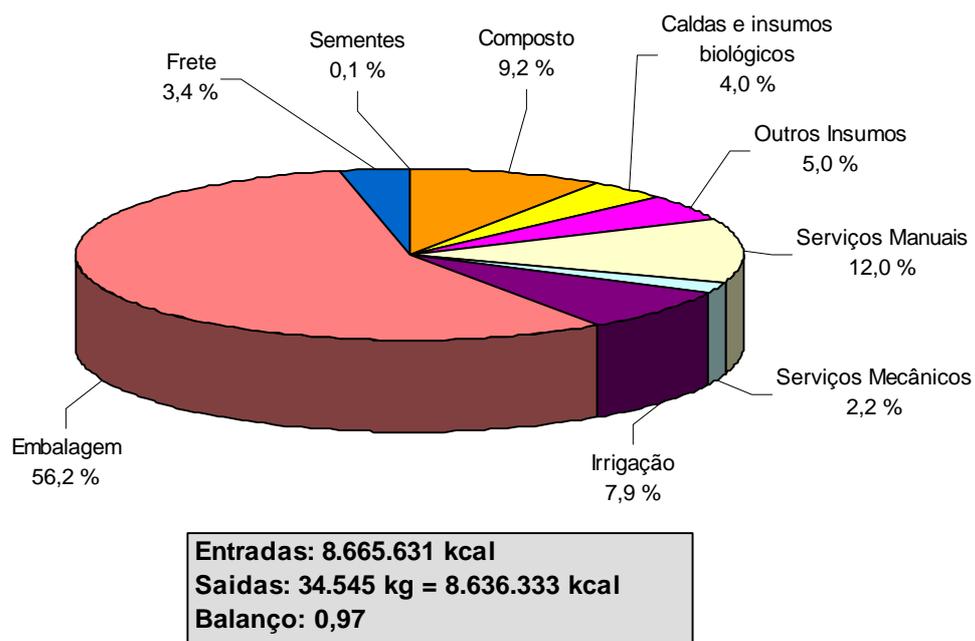


Figura 48 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de tomate no sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006.

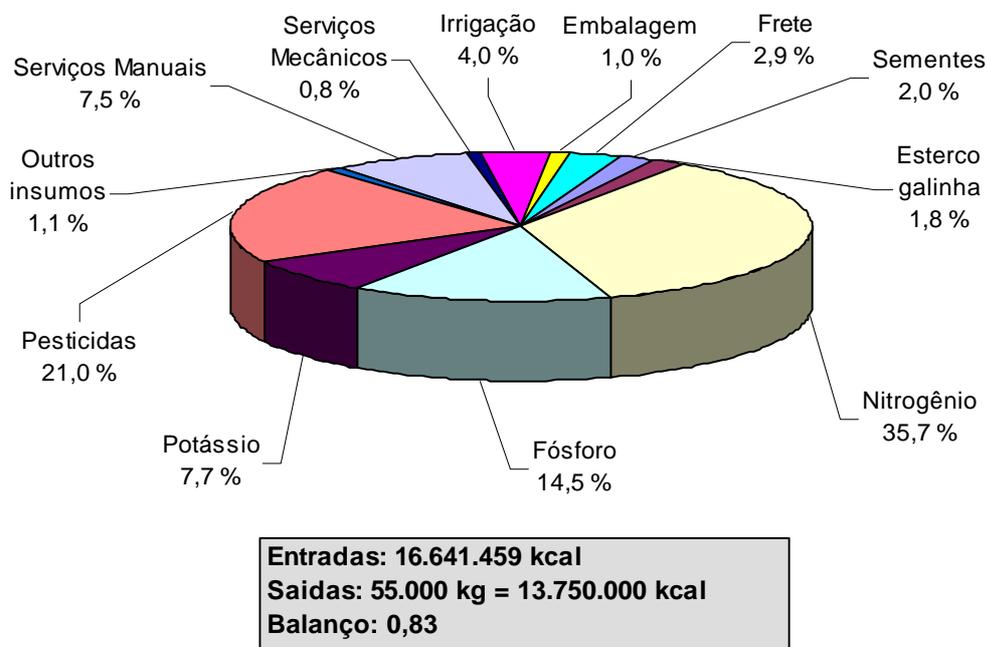


Figura 49 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de tomate no sistema convencional. UFV: Viçosa, 2006.

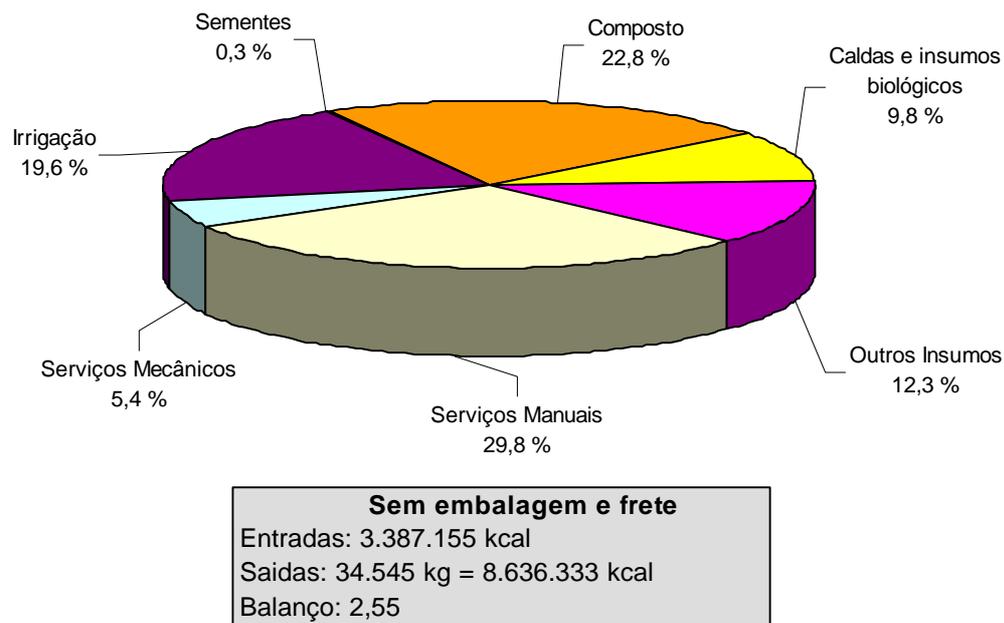


Figura 50 – Participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha de tomate no sistema orgânico, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFFV: Viçosa, 2006.

Analisando as relações entre as variáveis estudadas, confirmou-se uma relação linear simples entre a produtividade e o total de entradas de energia no sistema, pelo fato do maior volume de produção, demandar mais energia em serviços na fase de colheita e pós-colheita, em embalagens e no transporte desse maior volume (Figura 51 A).

Da mesma forma, verificou-se uma relação positiva entre o aporte de energia no sistema (entradas) e o balanço energético (Figura 51 B). A dispersão destes dados revelou um melhor ajuste no modelo quadrático, pois os impactos das entradas sobre o balanço, em níveis menores de aporte de energia, são mais acentuados do que aqueles verificados nos níveis mais altos de entrada de energia.

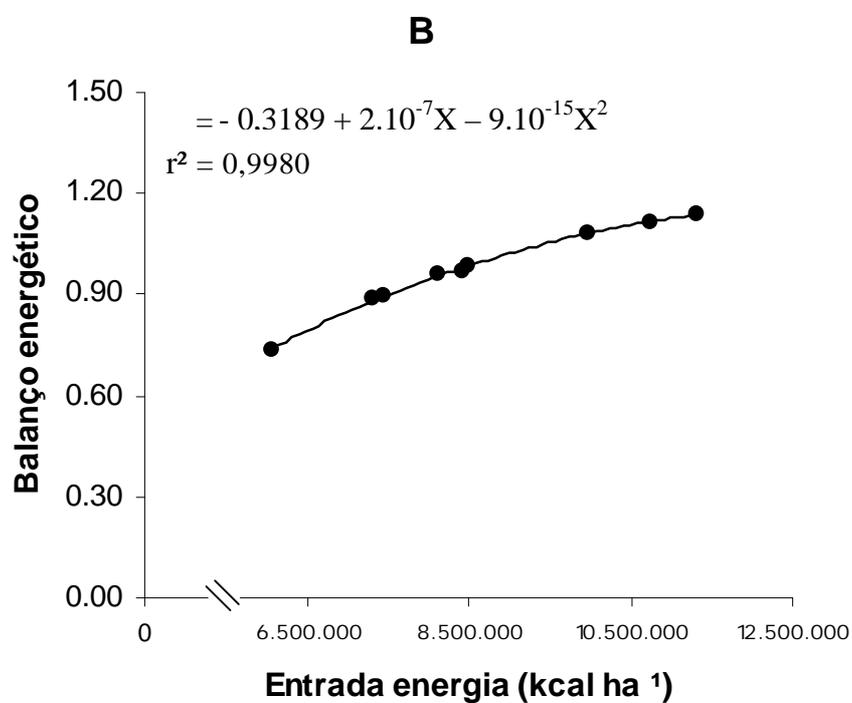
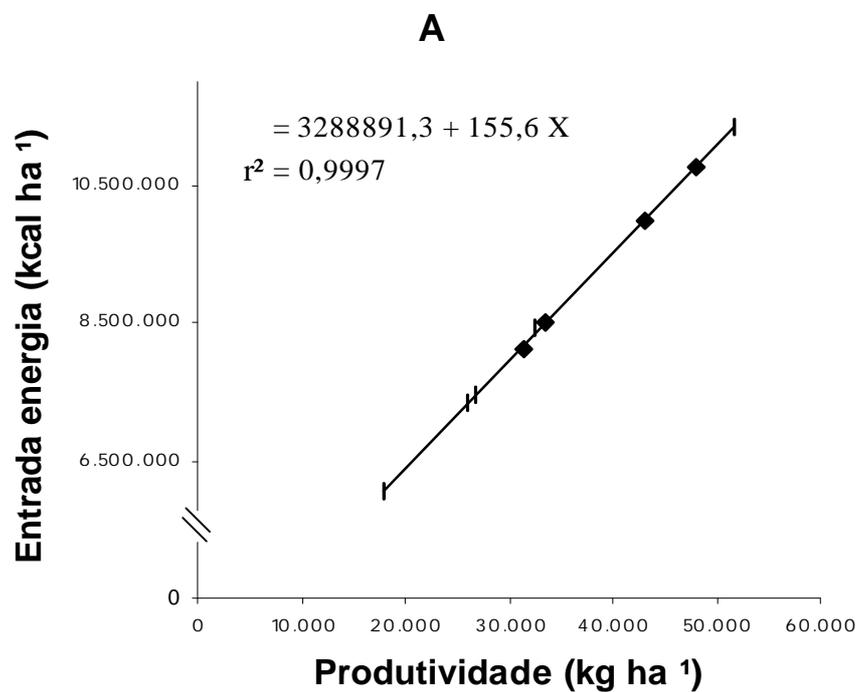


Figura 51 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção de frutos e às entradas de energia, no cultivo orgânico do tomate. UFV: Viçosa, 2006.

Custos energéticos do licopeno:

A apresentação dos custos energéticos da produção de licopeno no cultivo orgânico do tomate se justifica pela importância desta substância na saúde humana e por esta cultura ser a principal fonte entre as hortaliças avaliadas. Foi utilizado o teor médio relatado por Caliman (2003), em frutos de tomate em cultivo a 'céu aberto' (75 mg kg^{-1}). No quadro adiante verifica-se que a produção média foi $2.590.875 \text{ mg}$ de licopeno por hectare, com um custo unitário de $3,35 \text{ kcal}$ por miligrama da substância.

Produtividade (kg ha^{-1})	Licopeno	
	Produção (mg ha^{-1})	Custo energético (kcal mg^{-1})
34.545	2.590.875	3,35

Cultivo convencional do tomate:

Esta cultura confirma-se como uma das maiores demandadoras de insumos e serviços, especialmente quanto ao consumo de adubos (9.578.600 kcal), pesticidas (3.511.041 kcal) e mão-de-obra (495 D/H = 1.223.300 kcal). Por estes motivos, o cultivo convencional de tomate teve os maiores gastos energéticos (16.641.459 kcal) e o menor balanço (0,83). Apesar de ser energeticamente pouco eficiente, o tomate destaca-se pela maior produção de proteínas, juntamente com a cultura do repolho, na média de 66 kg ha⁻¹ (Tabelas 51 e 52).

Em geral, verifica-se que os resultados do sistema convencional se assemelham àqueles obtidos por Ozkan et al. (2004) em cultivo protegido de tomate, diferenciando-se apenas no total de energia gasta no processo produtivo, uma vez que o cultivo convencional em campo aberto, analisado neste trabalho, totalizou 16.641.459 kcal ha⁻¹. No trabalho de Ozkan (2004), o total de entrada de energia foi de 30.341.381 kcal ha⁻¹, pelo uso intensivo de insumos em estufa, devido principalmente a 98,7 kg ha⁻¹ de pesticidas, 976 kg ha⁻¹ de adubos minerais e 68 t ha⁻¹ de esterco. Este autor relata também que as maiores participações nos custos foi alcançado pelo óleo diesel (32,17%), nitrogênio (16,62%), esterco (16,24%) e pela eletricidade (12,44%). Mesmo com elevadas entradas de energia, o alto rendimento comercial de frutos (200 t ha⁻¹) permitiu atingir um balanço energético de 1,26, superando os índices alcançados neste trabalho para o sistema orgânico (0,97) e convencional (0,83).

Tabela 51 – Participação energética porcentual dos componentes da produção de 1 ha de tomate no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Componentes	Sistema convencional	
	Valor calórico (kcal ha ⁻¹)	%
Esterco de galinha	300.000	1,8
Sementes	340.250	2,0
Nitrogênio	5.911.400	35,7
Fósforo	2.400.000	14,5
Potássio	1.267.200	7,7
Pesticidas	3.511.041	21,0
Outros insumos	184.462	1,1
Serviços mecânicos	183.986	0,8
Serviços manuais	(495 D/H) 1.223.300	7,5
Irrigação	663.920	4,0
Embalagem	171.900	1,0
Frete	484.000	2,9
TOTAL	16.641.459	100,0

Tabela 52 – Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de tomate no sistema convencional de produção – região centro-serrana do Espírito Santo. UFV: Viçosa, 2006

Especificação	ud	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Q ^{de}	Valor Total (kcal)	(%)
1. INSUMOS.					
Esterco de Galinha	t	30.000	10	300.000	1,8
Calcário (3 t ha ⁻¹ a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	0,8
Sementes (semente híbrida)	g	1361	250	340.250	2,0
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	2.200	5.911.400	35,7
Fósforo (Super Simples)	kg	600	4.000	2.400.000	14,5
Potássio (18-00-36)	kg	576	2.200	1.267.200	7,7
FTE	kg	1291	40	51.640	0,3
Decis 25 CE	L	60.393	2	120.786	0,7
Cartap BR 500	kg	60.393	6	362.358	2,2
Curzate M	kg	50.083	12	600.996	3,6
Dithane PM	kg	50.083	18	901.494	5,4
Ridomil-Mancozeb BR	kg	50.083	6	300.498	1,8
Bravonil 750 PM	kg	50.083	18	901.494	5,4
Espalhante Adesivo	L	64.683	5	323.415	1,9
2. SERVIÇOS:					
MECÂNICOS:					0,8
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
MANUAIS:					7,5
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	
Aplicação de Calcário	D/H	1.500	3	4.500	
Preparo de Solo (covas)	D/H	4.000	12	48.000	
Adubação Química	D/H	1.500	7	10.500	
Distribuição de Esterco	D/H	3.200	8	25.600	
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	
Estaqueamento	D/H	3.600	45	162.000	
Adubação em cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	
Amontoa	D/H	4.000	12	48.000	
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	
Pulverizações	D/H	2.400	108	259.200	
Amarrio, Desbrota e capação	D/H	2.400	105	252.000	
Colheita (s)	D/H	2.400	100	240.000	
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	40	40.000	
Transporte Interno	D/H	2.400	15	36.000	
3. OUTROS:					
Irrigação	-	663.920	-	663.920	4,0
Embalagem (caixas tipo K)	ud	75	2.292	171.900	1,0
Frete (distância = 10 km)	t km ⁻¹	880	550,00	484.000	2,9
TOTAL DE GASTOS (A-ENTRADAS)	-	-	-	16.641.459	100,0
PRODUÇÃO COMERCIAL (B-SAÍDAS)	kg	250	55.000	13.750.000	-
BALANÇO ENERGÉTICO (B / A)	-	-	-	0,83	-
Produção proteica (C)	kg	-	66,00	-	-
Custo energético de proteínas (A/C)	-	-	-	252.143	-

3.2. Análise energética do sistema orgânico

As características energéticas do sistema orgânico e a comparação com a média do sistema convencional, estão detalhadas na Tabela 3A, do **Anexo 3**. Pelas análises da estatística descritiva, foi verificado que no sistema orgânico as médias de rendimentos comerciais e produção de energia foram satisfatórias, pois proporcionaram eficiência energética, gerando balanço energético positivo de 2,78 calorias por unidade calórica investida. Este balanço em nível nacional para a cultura da batata e do tomate, para o ano de 1990, relatado por Comitre (1995), aponta uma eficiência de 1,02 e 0,94, respectivamente. Os índices médios obtidos neste estudo para estas culturas no sistema orgânico foram de 2,74 e 0,97, respectivamente. Isto demonstra que a eficiência energética da batata foi melhorada com o manejo orgânico, mas para a cultura do tomate não houve alteração em relação aos índices médios nacionais.

Na comparação entre os sistemas, não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias para todas as variáveis analisadas. Mesmo havendo diferenças numéricas marcantes, como por exemplo, na quantidade média de energia que entrou nos sistemas, a grande variabilidade dos dados não permitiu comprovar diferenças significativas a 5% de probabilidade. O mesmo fato ocorreu para o balanço energético médio, que no sistema orgânico foi numericamente superior ao convencional (2,78 contra 1,93), mas considerados significativamente iguais neste estudo. Para as demais variáveis, os desempenhos energéticos dos sistemas foram significativamente iguais e numericamente semelhantes. Em geral, os dados obtidos neste estudo tendem a conclusões similares àquelas relatadas por Dalgaard et al. (2001), em que no cultivo convencional há maior produção de energia, mas no cultivo orgânico a eficiência energética é maior.

O valor médio mais elevado do balanço energético do sistema orgânico concorda com os índices relatados por MAFF (2000), citado por Ozkan et al. (2004), na Inglaterra, onde relatou-se balanços médios em cultivos convencionais, na faixa de 2,15 para batata, 2,41 para cebola, 3,21 para repolho e 4,80 para cenoura. Em contrapartida, a média relatada para

hortaliças orgânicas foi na faixa de 5,31, confirmando tendência de maior eficiência energética deste sistema produtivo.

3.2.1. Análise energética das variáveis

Produtividade e Saídas de energia:

Os níveis médios de produtividade e os respectivos conteúdos de energia das hortaliças no sistema orgânico, representados pelas saídas na colheita, demonstraram a média de 12.696.712 kcal ha⁻¹, estatisticamente igual à produção de energia do sistema convencional, que foi de 13.025.950 kcal ha⁻¹ (Tabela 3A, **Anexo 3**). As ilustrações das produtividades e das saídas das 10 culturas, nos sistemas orgânico e convencional, estão nas Figuras 52 e 53. Não houve diferença estatística na maioria das espécies, exceto para o repolho que produziu mais biomassa e energia no cultivo orgânico e para o tomate, que produziu mais biomassa e energia no cultivo convencional.

Entradas de energia:

O gasto médio de energia nos sistemas foi considerado estatisticamente igual, apesar da grande diferença numérica (orgânico = 4.571.159 kcal ha⁻¹ e convencional = 6.766.464 kcal ha⁻¹). Verificou-se que o maior aporte de energia, isto é, o custo energético maior, não necessariamente se relaciona com o balanço menos favorável. Contrariamente, dentro dos limites avaliados, verificou-se que maiores entradas de energia na produção de todas as culturas relacionaram-se diretamente com maiores balanços energéticos. Tal comportamento se deve provavelmente ao fato do aumento na produtividade da hortaliça ser o principal fator determinante no aumento das entradas de energia na fase de cultivo.

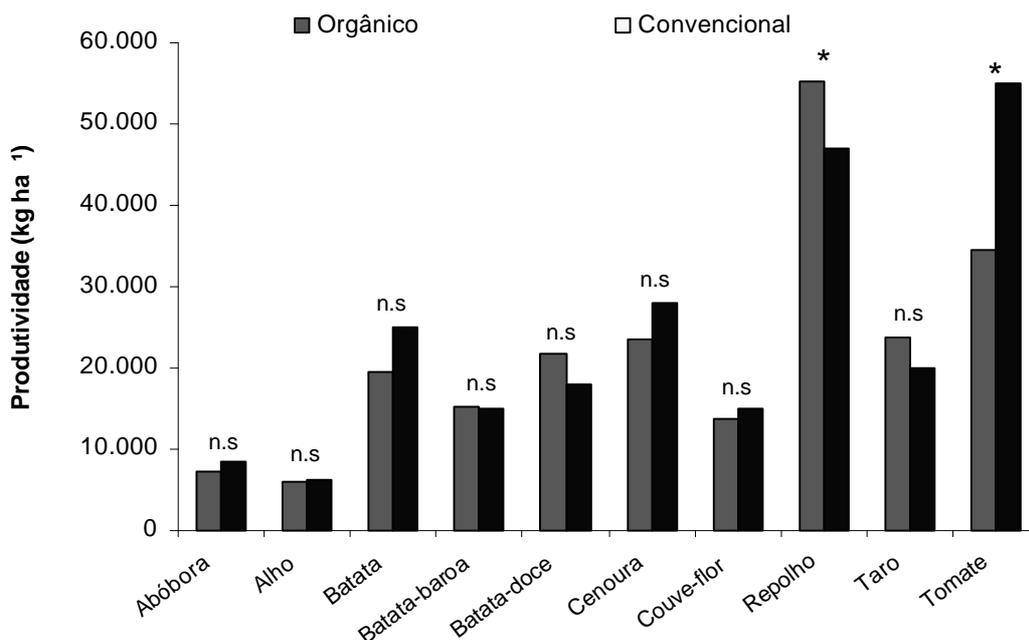


Figura 52 – Produtividade média das 10 culturas nos sistemas orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006. (n.s) = não significativo e (*) = significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste ‘ t ’.

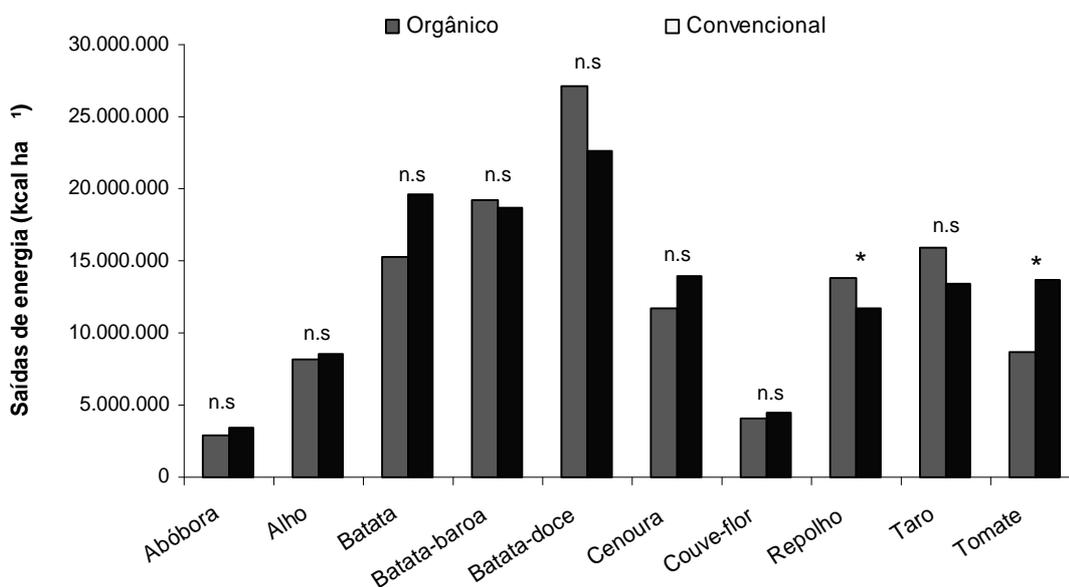


Figura 53 – Médias das saídas de energia em função das colheitas das 10 culturas nos sistemas orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006. (n.s) = não significativo e (*) = significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste ‘ t ’.

Os detalhamentos dos coeficientes energéticos médios apresentados para cada cultura mostram que, maiores produções demandam mais gastos com mão de obra na fase de pré-colheita e colheita, além de maior quantidade de embalagens (componente com maior participação nos gastos do sistema orgânico) e maiores custos com o frete dos produtos, aumentando as entradas de energia. Porém, a produtividade provoca aumento mais acentuado na quantidade de energia que sai do sistema nas colheitas (saídas), comparado ao aumento provocado nas entradas, favorecendo então o balanço energético. As comparações das médias de cada espécie, entre os cultivos orgânico e convencional, estão ilustradas na Figura 54.

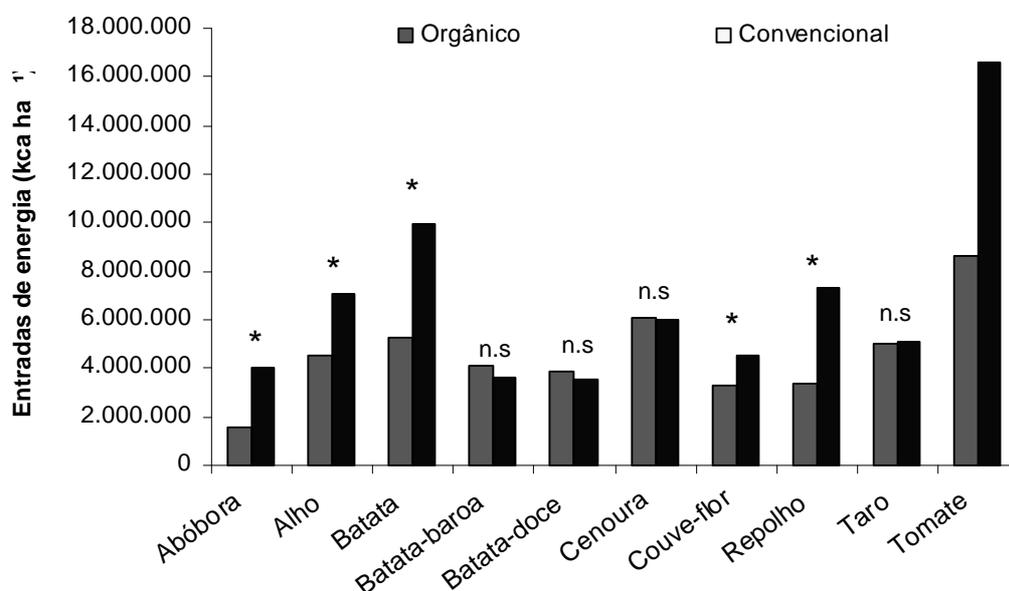


Figura 54 – Médias das entradas de energia das 10 culturas nos sistemas orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006. (n.s) = não significativo e (*) = significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste 't'.

O resumo gráfico das entradas e das saídas de energia dos sistemas orgânico e convencional pode ser visto na Figura 55. As médias e os respectivos desvios padrões, considerados relativamente altos, explicam a dificuldade de detecção de diferenças estatísticas, ao nível de 5% de probabilidade.

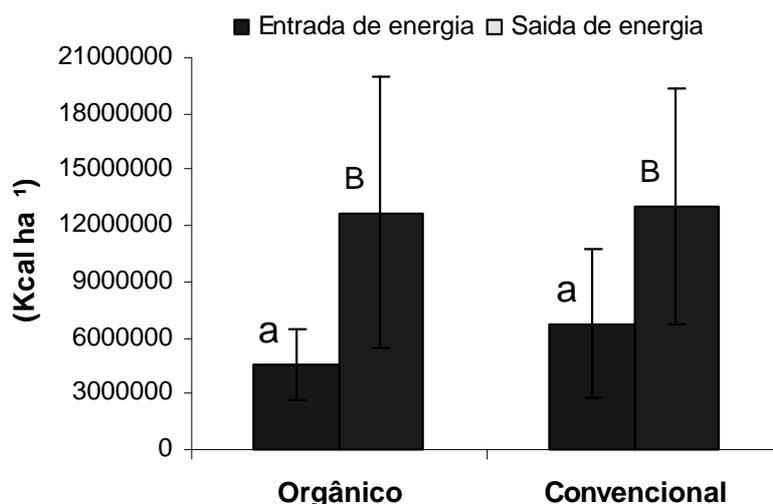


Figura 55 – Médias das entradas e saídas de energia nos dois sistemas de produção. UFV: Viçosa, 2006. Médias +/- desvio padrão. Médias marcadas com a mesma letra minúscula (para as entradas) e com a mesma letra maiúscula (para as saídas), não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

O maior gasto de energia foi verificado no cultivo convencional de tomate, atingindo 16.641.459 kcal ha⁻¹ nos plantios a 'céu aberto'. Os gastos relatados por Ozkan et al. (2004) em cultivo protegido, apesar de maiores, podem ser considerados semelhantes (30.431.381 kcal ha⁻¹), considerando que o consumo de insumos e serviços nesses ambientes é maior.

Balanço energético

O balanço energético médio do sistema orgânico foi 2,78, contra 1,93 do sistema convencional. Por causa da variabilidade dos dados, não se detectou diferenças estatísticas pelo teste 't', ao nível de 5 % de probabilidade. Porém, a diferença numérica em favor do sistema orgânico é evidente, coerente aos resultados similares relatados por Pimentel e Burgess (1980), para a cultura do milho, quando calcularam balanços energéticos em várias regiões dos EUA, que empregavam sistemas de alta tecnologia, e compararam com dois sistemas tradicionais de produção de milho no México. Estes autores

comprovaram que o aporte de insumos industrializados e mecanização, aumentam sobremaneira o aporte de energia, reduzindo o balanço energético.

Pimentel e Burgess (1980) relatam que, no cultivo de milho com alta tecnologia nos EUA, o aumento do aporte de energia faz com que o balanço energético seja reduzido de 12,5 para 2,9 kcal kcal⁻¹. Os resultados encontrados neste trabalho, para os cultivos orgânicos das hortaliças, indicaram o contrário, ou seja, que o balanço energético aumenta com o aumento da entrada de energia. Isto se deve ao fato de que, a tecnologia de manejo orgânico foi aplicada de forma similar em todos os campos ao longo dos anos do projeto, fazendo com que as entradas de energia também fossem semelhantes em cada campo. O aumento nas entradas de energia de um campo para outro não é devida ao aporte de mais insumos na fase de manejo, mas sim ao aumento no rendimento comercial de cada campo, por aumentar a mão-de-obra na pré-colheita e colheita, por aumentar a quantidade de embalagens e por encarecer o frete. Como o aumento do rendimento comercial favorece mais intensamente ao aumento nas saídas de energia (relação direta) do que ao aumento nas entradas, o balanço energético é favorecido.

Estes resultados também se assemelham àqueles relatados por Mello (1989), quando avaliou a eficiência energética de quatro sistemas de produção de milho em Santa Catarina. Foi verificado que a produção de milho com adubo orgânico e colheita manual teve balanço energético de 6,61 calorias por unidade. No sistema com adubo mineral e colheita mecânica, os gastos de energia foram maiores, fazendo com que o balanço energético fosse reduzido para 4,55 calorias por unidade.

Na Figura 56 estão os balanços energéticos de cada espécie, na comparação entre os dois sistemas de produção. Foi comprovada maior eficiência energética em favor do cultivo orgânico para Abóbora, Alho, Cenoura, Repolho e Tomate. Nas demais culturas, os sistemas se equivaleram em eficiência.

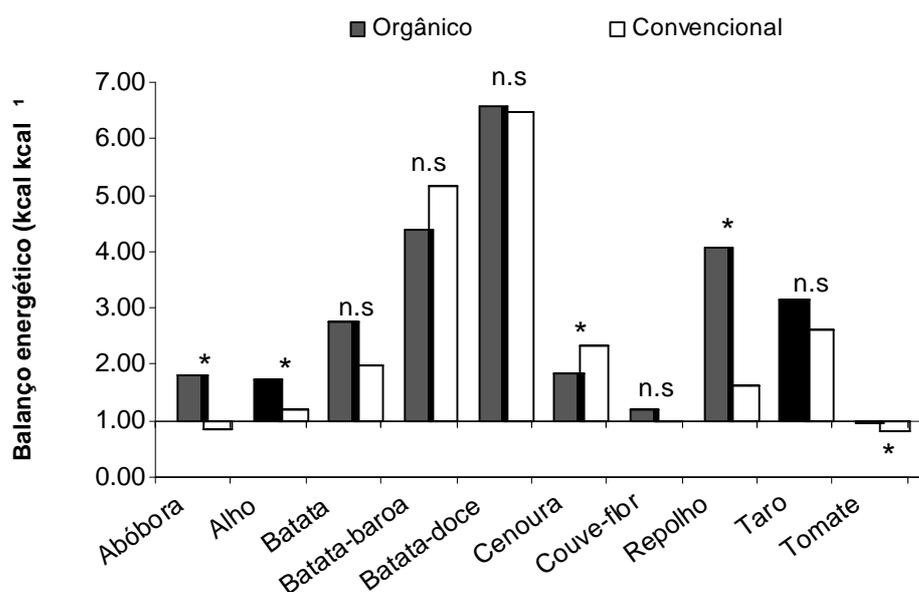


Figura 56 – Médias dos balanços energéticos das 10 culturas nos sistemas orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006. (n.s) = não significativo e (*) = significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste ' t '.

O índice médio de 5,31 para balanços energéticos em cultivos orgânicos de hortaliças, relatado por Maff (2000), citado por Ozkan et al. (2004), confirma a alta eficiência desse sistema de produção, à semelhança de alguns índices observados em nosso estudo, tais como no cultivo orgânico de repolho (4,07), de batata-baroa (4,38) e de batata-doce (6,58).

3.2.2. Análise energética dos componentes

As participações das médias dos componentes nos custos calóricos estão representadas nas Figuras 57 e 58, para os sistemas orgânico e convencional, respectivamente. A embalagem foi o componente de maior custo energético no sistema orgânico, com média de 35,8%. No sistema convencional, as embalagens representaram apenas 4,0%. Neste sistema, o nitrogênio foi o componente mais oneroso, com 27,1% do total, concordando com Gândara (1998) quando verificaram que os adubos minerais foram os componentes que mais oneraram energeticamente o cultivo convencional de Alface e Beterraba.

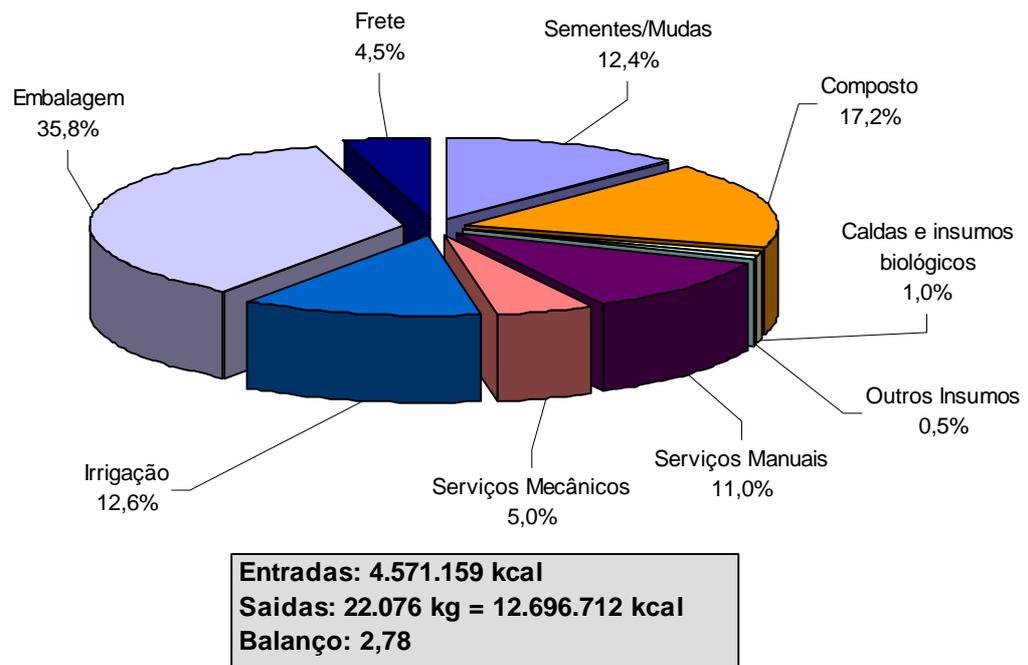


Figura 57 – Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006.

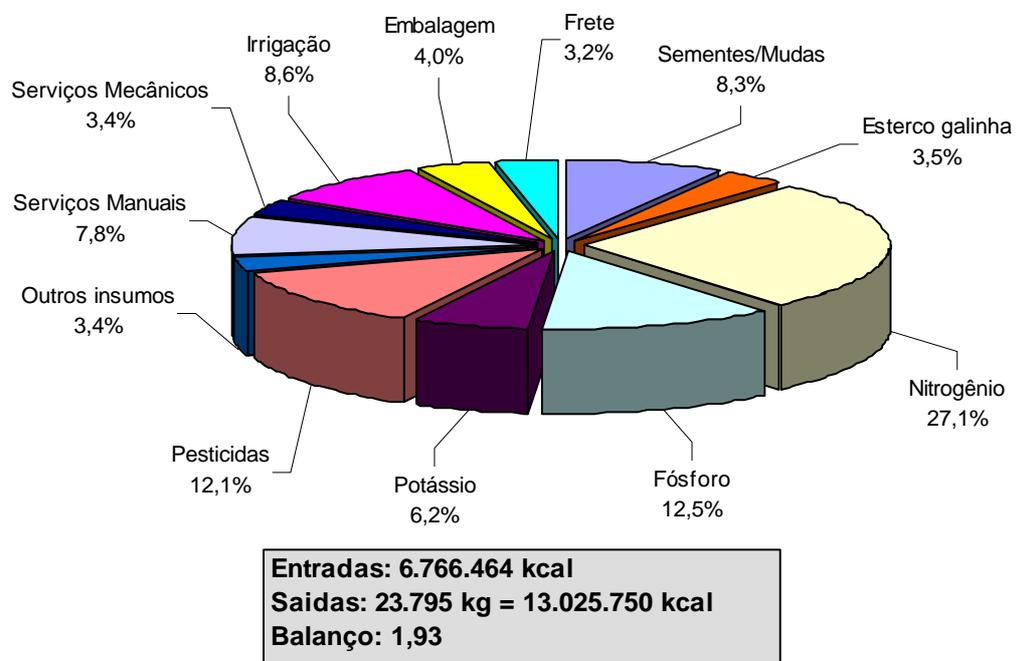


Figura 58 – Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha em sistema convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006.

A participação da adubação orgânica com composto variou de 9,2% no tomate até 24,1 na abóbora, encerrando uma média de 17,2% no sistema orgânico, com o desvio padrão de 5,58. Gândara (1998), estudando balanços energéticos no sistema orgânico de produção de alface e beterraba, no Distrito Federal, verificou que o composto orgânico representou 78% e 76% dos custos energéticos da produção de 1 ha dessas culturas, respectivamente, sendo estes índices extremamente altos quando comparados aos obtidos neste estudo. Esta diferença pode ser explicada, considerando três aspectos: 1º - a contabilização energética de Gândara (1998) foi realizada apenas na fase de campo, não se considerando a fase de colheita, embalagem e frete; 2º - a dosagem de composto contabilizada na alface e na beterraba foi 134,0 t ha⁻¹, ao passo que nas espécies aqui avaliadas, empregou-se 15 a 30 t ha⁻¹; 3º - o valor calórico considerado por Gândara (1998) foi 52.940 kcal por tonelada, contra um valor de 25.700 kcal, calculado segundo o sistema orgânico do INCAPER, conforme detalhado em material e métodos.

Os componentes destinados à fertilização participaram de forma bastante diferenciada em termos de custos energéticos. No sistema orgânico somaram 17,2%, com emprego apenas de composto orgânico, ao passo que no sistema convencional somaram 49,3%, com uso de esterco de galinha (3,5%), nitrogênio (27,1%), potássio (6,2%) e fósforo (12,5%).

Nas Figuras 59 e 60 estão apresentadas as participações dos componentes apenas da fase de campo, na média dos dois sistemas de cultivo, sem contabilizar embalagem e frete. O total de custos no sistema orgânico seria reduzido de 4.571.159 kcal ha⁻¹ a 2.724.411 kcal ha⁻¹, ou seja, diminuição de 40,4%. No sistema convencional, pelo fato de normalmente já houver um gasto calórico pequeno com embalagens, esta redução seria menos intensa, em torno de 7,2% (de 6.766.464 kcal ha⁻¹ para 6.279.278 kcal ha⁻¹).

No sistema orgânico, a grande redução dos gastos, principalmente ocasionado pela ausência das embalagens, elevaria a eficiência energética, aumentando o balanço de 2,78 até 4,66 kcal kcal⁻¹. A participação dos principais componentes ficaria assim: composto orgânico (28,8%), irrigação (21,1%), sementes e mudas (20,7%) e serviços manuais (18,5%).

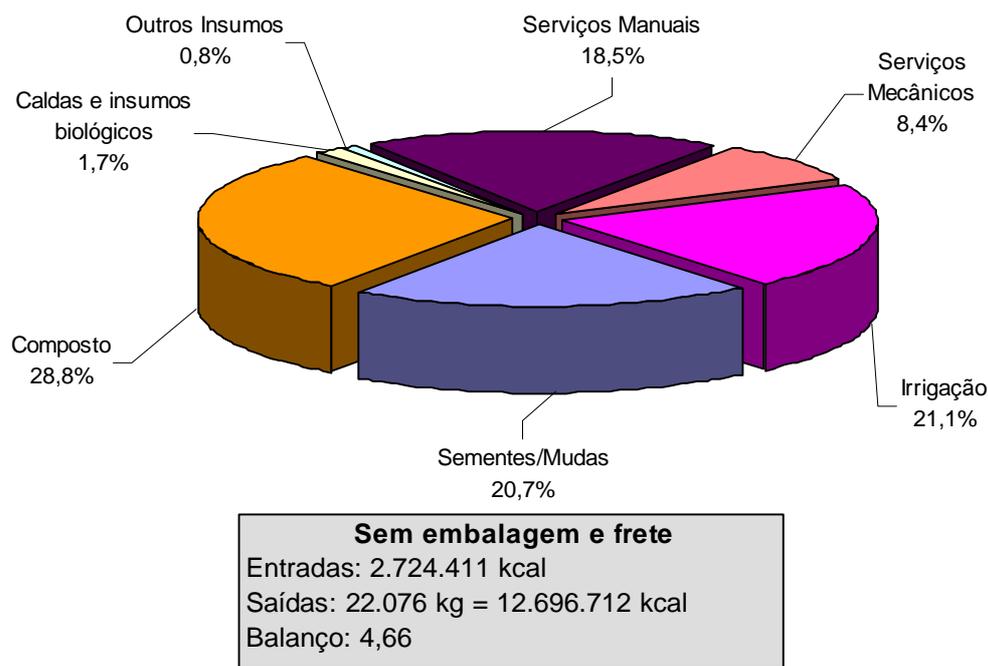


Figura 59 – Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha em sistema orgânico de produção, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFV: Viçosa, 2006.

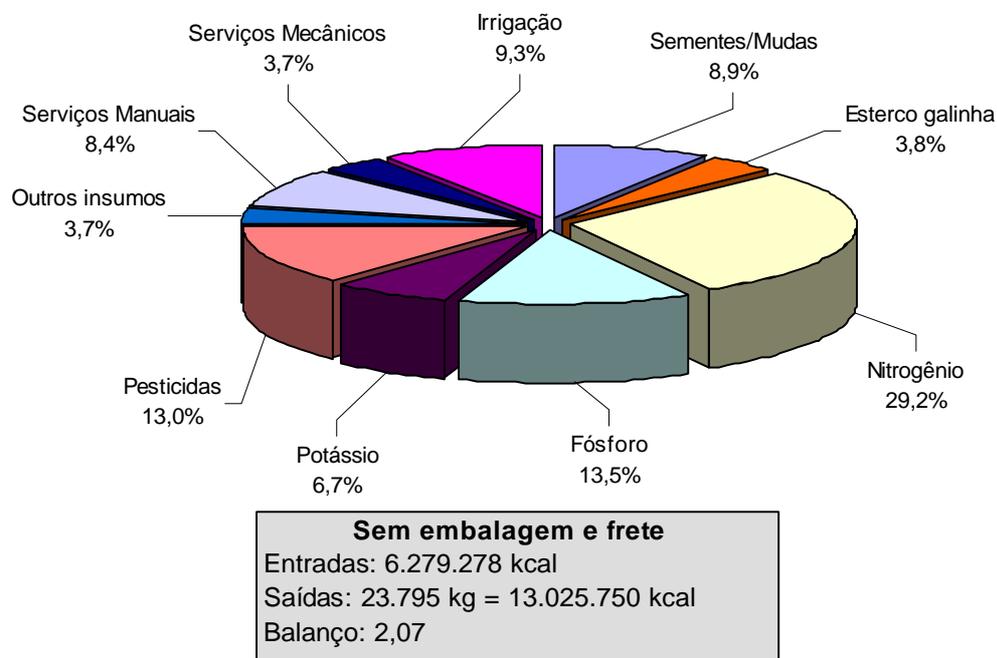


Figura 60 – Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de 1 ha em sistema convencional de produção, sem considerar gastos com embalagem e frete. UFV: Viçosa, 2006.

Destaca-se que, na avaliação em que se inseriu o custo energético de embalagem e frete, a mão-de-obra situou-se na 5ª posição em termos de dispêndio de energia, e na avaliação sem inserir embalagem e frete, situou-se na 4ª posição, não podendo ser, portanto, considerado um componente limitante energeticamente em cultivo orgânico de hortaliças. Isto sugere que avaliações específicas para cada realidade, quanto à disponibilidade e aos custos financeiros da mão-de-obra deverão ser os fatores preponderantes a se considerar.

Os elevados custos energéticos das embalagens nos cultivos orgânicos induzem a duas importantes reflexões – a *primeira* de que a forma que está estabelecida a cadeia de alimentos orgânicos, demonstra que a produção tem caráter agroecológico e orgânico, mas o mercado mantém toda estrutura convencional, não priorizando redução de custos e maior aproximação do produtor com o consumidor. A *segunda*, já citada anteriormente, destaca a necessidade de desenvolvimento de alternativas de embalagens ecológicas, para redução da poluição ambiental e minimização de custos energéticos.

3.3. Sustentabilidade energética da produção orgânica

A definição de agricultura sustentável é muito variável, englobando conceitos que se contentam com simples ajustes no atual padrão produtivo, até aqueles que o definem com objetivo de longo prazo que possibilite mudanças estruturais, não só na produção, mas também em toda sociedade.

Na produção orgânica de hortaliças, a maioria dos recursos energéticos utilizados com a finalidade de viabilizar suas produções, provém de fontes naturais. Porém, apesar da maior parte da energia ser de origem biológica, não se pode afirmar que estes sistemas são sustentáveis.

Por estes motivos, deve ser esclarecido que nossa abordagem de sustentabilidade energética será baseada no atendimento dos índices mínimos estabelecidos nos dois aspectos adiante.

Primeiro: No sistema de produção deve haver saldo de energia igual ou superior aos seus próprios gastos (entradas), com balanço energético igual ou superior a 1,00.

Segundo: A produção de energia por unidade de área deve ser igual ou superior a 58.064 kcal ha⁻¹ por dia. Este índice foi proposto por Ferraro Júnior (1999) baseando-se na necessidade *per capita* de 3.000 kcal dia⁻¹; na *demanda mínima* de energia para atender à subsistência de 6 bilhões de pessoas (18 x 10¹² kcal dia⁻¹) e na área cultivada no mundo (0,31 x 10⁹ ha - área levantada pela FAO em 1996, que apresenta improvável alteração com os anos devido à compensação entre inserção de novas áreas e processos de degradação de outras já cultivadas). Vale registrar que esse índice se eleva para 290.322 kcal por ha dia⁻¹ se considerarmos *nível médio* de demanda energética (90 x 10¹² kcal).

No *primeiro* aspecto, foi observado padrão bastante variável nas culturas estudadas, quanto ao balanço energético, nos dois sistemas de produção. No sistema orgânico, verificaram-se valores variando de 0,97 da cultura do tomate até 6,58 da cultura da batata-doce. No sistema convencional, verificaram-se valores variando de 0,83 da cultura do tomate até 6,45 da cultura da batata-doce. Entretanto, pode-se considerar que todos os cultivos foram sustentáveis

em termos de transformação de energia, à exceção da abóbora e do tomate no sistema convencional (Tabela 53).

Ainda na Tabela 53, constata-se os níveis de produtividade necessários de modo que os balanços energéticos sejam iguais a 1,00. Constata-se que, com produtividades relativamente baixas, como por exemplo de 12.722 kg ha⁻¹ para a cenoura e de 13.592 kg ha⁻¹ para o repolho, os cultivos orgânicos alcançam sustentabilidade energética. Exceto nos cultivos convencionais de batata-baroa, batata-doce, cenoura e taro, todas os demais necessitaram rendimentos maiores que aqueles do cultivo orgânico para alcançarem a sustentabilidade. Isto se deve aos níveis elevados de aportes de energia no sistema convencional, pelo emprego de insumos industrializados com alto custo energético.

A Figura 61 ilustra as produtividades obtidas e aquelas necessárias ao balanço = 1,00, nas 10 culturas no sistema orgânico. Os maiores destaques ficaram por conta das culturas da batata-doce e do repolho, por terem as maiores amplitudes entre o produzido e o necessário para a sustentabilidade.

No *segundo* aspecto, referente à quantidade de energia produzida por unidade de área, a média do sistema orgânico foi de 80.421 kcal por ha dia⁻¹, considerada sustentável em nível de subsistência. As produções individuais de todas as culturas também podem ser consideradas sustentáveis, pois produziram quantidades similares ou superiores a 58.064 kcal por ha dia⁻¹, exceto a cultura da abóbora, que produziu apenas 26.639 kcal. A cultura mais eficiente foi a batata, com produção de 157.414 kcal por ha dia⁻¹. O cultivo orgânico de batata-doce, repolho e cenoura também se destacaram com bom nível de produção de energia por área (Tabela 54).

Tabela 53 – Produtividade e balanço energético alcançados, e produtividade mínima para balanço energético igual a 1,00. UFV: Viçosa, 2006

Culturas	Sistemas	Produtividade média alcançada (kg ha ⁻¹)	Balanço energético alcançado (kcal kcal ⁻¹)	Produtividade mínima para balanço energético de 1,00 (kg ha ⁻¹)
Abóbora (<i>Cucurbita moschata</i>)	Orgânico	7.326	1,81	4.048
	Convencional	8.500	0,85	10.000
Alho (<i>Allium sativum</i>)	Orgânico	6.102	1,72	3.548
	Convencional	6.350	1,20	5.292
Batata (<i>Solanum tuberosum</i>)	Orgânico	19.451	2,74	7.099
	Convencional	25.000	1,98	12.626
Batata-baroa (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	Orgânico	15.355	4,38	3.506
	Convencional	15.000	5,17	2.901
Batata-doce (<i>Ipomoeas batata</i>)	Orgânico	21.630	6,58	3.287
	Convencional	18.000	6,45	2.791
Cenoura (<i>Daucus carota</i>)	Orgânico	23.535	1,85	12.722
	Convencional	28.000	2,32	12.069
Couve-flor (<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>)	Orgânico	13.686	1,19	11.501
	Convencional	15.000	1,00	15.000
Repolho (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>)	Orgânico	55.320	4,07	13.592
	Convencional	47.102	1,62	29.075
Taro (<i>Colocasia esculenta</i>)	Orgânico	23.805	3,14	7.581
	Convencional	20.000	2,63	7.605
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	Orgânico	34.545	0,97	35.613
	Convencional	55.000	0,83	66.265
MÉDIA ORGÂNICO		22.075	2,78	10.250
MÉDIA CONVENCIONAL		23.795	1,93	16.362

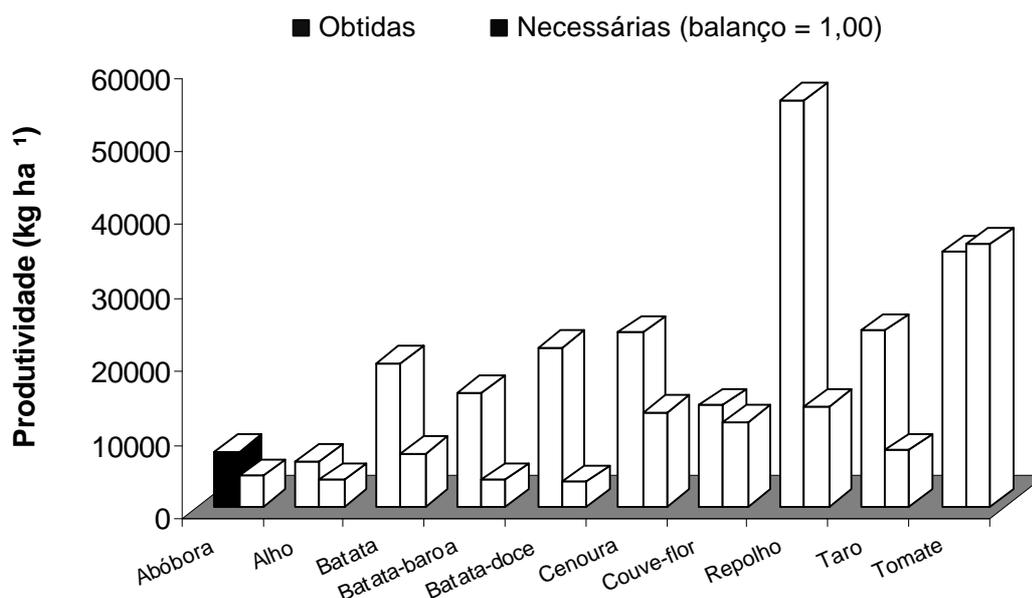


Figura 61 – Médias das produtividades obtidas com cada cultura no sistema orgânico e aquelas que seriam necessárias para alcançar um balanço energético de 1,00. UFRV: Viçosa, 2006.

Após estas abordagens de sustentabilidade, importante observação deve ser feita quanto à composição energética dos produtos. Os valores energéticos das hortaliças, foram aqueles relatados por Franco (1999). Porém, variações nas tabelas de valores calóricos de alimentos, que constam na bibliografia consultada, são bastante comuns, conforme relata Torres et al. (2000). Neste trabalho, os autores realizaram análises laboratoriais e identificaram os valores energéticos de vários produtos de origem animal (leites, carnes e ovos). Comparando-os àqueles descritos por Franco (1999) e outros autores, verificaram diferenças significativas, em alguns casos maiores que 200%. Portanto, estes autores concluem que há necessidade da obtenção de dados nacionais periódicos sobre a composição dos alimentos condizentes com a realidade de nossos solos, clima, variedades, raças, animais e manejo, inclusive considerando a grande extensão territorial brasileira, com grandes diferenças regionais.

Tabela 54 – Produção total e diária de energia no cultivo orgânico de 10 culturas olerícolas. UFV: Viçosa, 2006

Culturas (ciclo) ¹	Sistema orgânico	
	Produção total de energia por ha por ciclo (kcal)	Produção de energia por ha por dia (kcal)
Abóbora (110 dias)	2.930.333	26.639
Alho (145 dias)	8.176.967	56.393
Batata (97 dias)	15.269.133	157.414
Batata-baroa (324 dias)	19.204.167	59.272
Batata-doce (228 dias)	27.145.119	119.057
Cenoura (111 dias)	11.767.471	106.013
Couve-flor (113 dias)	4.105.775	36.334
Repolho (120 dias)	13.829.967	115.250
Taro (291 dias)	15.901.851	54.646
Tomate (118 dias)	8.636.333	73.189
MÉDIA	12.696.712	80.421

¹ Ciclo médio de cada cultura no sistema orgânico, no período de 1991 a 2000 (SOUZA, 2005).

3.4. Produção e custo calórico de proteínas na produção orgânica

Mesmo as hortaliças não sendo consideradas tradicionais fontes de proteína na alimentação humana, sua composição protéica também foi considerada como fator indicador de sustentabilidade. Isto se justifica por haver muitas regiões em que não há possibilidade de renda para consumo parcial e, às vezes, total de proteína animal pela população. Segundo Ferraro Júnior (1999), existe o mínimo de proteína que se espera ser produzido por área, visando cumprir sua função de garantir a segurança alimentar mundial. Este índice é função da demanda protéica e da área plantada no mundo. Baseando-se no índice mínimo *per capita* de 37 g dia⁻¹ de proteína, para atender à subsistência dos atuais 6 bilhões de pessoas, a área agrícola deveria produzir 0,72 kg de proteínas por hectare por dia (222 10⁶ kg dia⁻¹ de proteína, dividido pela área agrícola mundial de 0,31 10⁹ ha).

Verificando a Tabela 55, a menor produção total de proteína foi obtida com o cultivo orgânico da abóbora e a maior foi alcançada com o repolho. A produção diária de proteína variou de 0,07 kg ha⁻¹ na batata-baroa até 0,65 kg ha⁻¹ no repolho, com média de 0,25 kg ha⁻¹ para o sistema orgânico, todas abaixo do limite diário de 0,72 kg ha⁻¹. Entretanto, mesmo abaixo do limite, há a possibilidade de contribuição parcial no fornecimento de proteínas, especialmente em casos de falta de fontes protéicas clássicas.

No sistema orgânico, em termo de quantidade de proteínas, as culturas com maior potencial foram: repolho (0,65 kg ha⁻¹), batata (0,36 kg ha⁻¹), tomate (0,35 kg ha⁻¹) e couve-flor (0,30 kg ha⁻¹). Porém, em termos de custos energéticos, o maior destaque foi para a cultura do repolho, com custo unitário menor que as demais culturas (45.733 kcal kg⁻¹).

Na Figura 62, verifica-se que a produção total de proteínas entre os sistemas foi estatisticamente diferente apenas entre as culturas de repolho e tomate. O repolho produziu mais proteína com o cultivo orgânico e o tomate produziu mais no cultivo convencional, reflexos das respectivas produtividades que estas espécies alcançaram em cada sistema. As análises dos custos protéicos mostrados na Figura 63 revelam que o cultivo orgânico de abóbora, repolho e tomate tiveram custos significativamente menores que o cultivo convencional. Por outro lado, o custo de proteínas no cultivo orgânico de cenoura foi superior àquele obtido no cultivo convencional.

Tabela 55 – Produção total, produção *per capita* e custos energéticos de proteínas, em 10 culturas olerícolas em sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006

Culturas (ciclo) ¹	Sistema orgânico		
	Produção total de proteínas por ha por ciclo (kg)	Produção de proteínas por ha por dia (kg)	Custo unitário das proteínas (kcal kg ⁻¹)
Abóbora (110 dias)	8,79	0,08	229.602
Alho (145 dias)	32,30	0,22	185.977
Batata (97dias)	35,01	0,36	182.106
Batata-baroa (324 dias)	23,03	0,07	203.548
Batata-doce (228 dias)	28,30	0,12	154.852
Cenoura (111 dias)	28,24	0,25	234.421
Couve-flor (113 dias)	34,22	0,30	119.953
Repolho (120 dias)	77,45	0,65	45.733
Taro (291 dias)	35,71	0,12	146.040
Tomate (118 dias)	41,45	0,35	217.257
MÉDIA	34,46	0,25	172.114

¹ Ciclo médio de cada cultura no sistema orgânico, no período de 1991 a 2000 (SOUZA, 2005).

As análises de regressão em cada cultura, mostrando a dispersão dos dados e o modelo estatístico mais adequado à relação entre as variáveis correlacionadas com a produção de proteínas estão nas Figuras 64 a 73. De maneira geral, houve relação positiva entre as entradas de energia e a produção de proteínas em todas as culturas, sempre com melhor ajuste no modelo linear simples. Essa resposta justifica-se, pois as entradas de energia são aumentadas com acréscimos na produtividade, que por sua vez, interfere diretamente na quantidade de proteína produzida.

Verifica-se ainda que, na medida em que aumenta a produtividade, a produção protéica e as entradas de energia, ocorre diminuição nos custos unitários das proteínas, revelando a relação negativa entre elas. Esses efeitos são mais intensos nos níveis menores, diminuindo progressivamente nos níveis mais altos, caracterizando distribuição potencial, em todas as culturas.

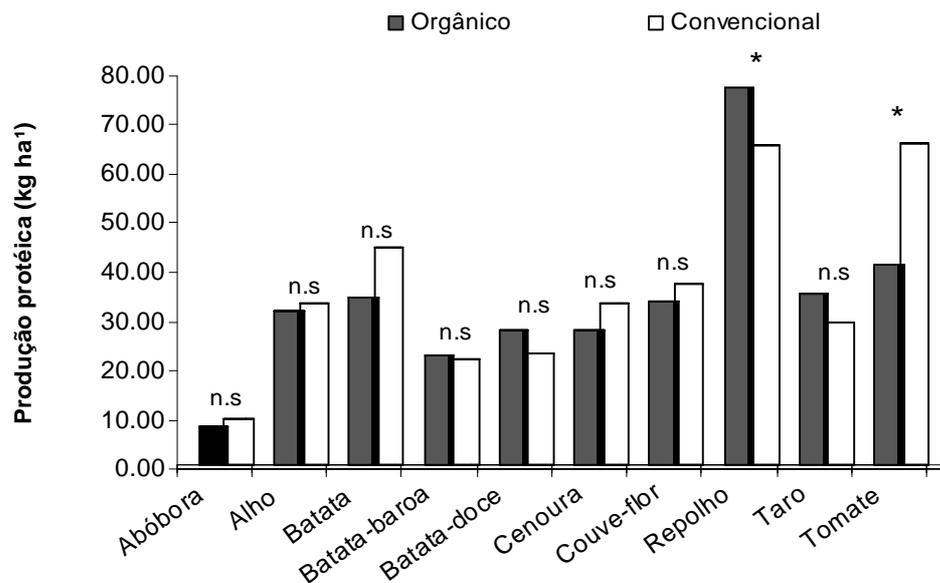


Figura 62 – Médias das produções de proteínas de 10 culturas nos sistemas orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006. (n.s) = não significativo e (*) = significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste ' t '.

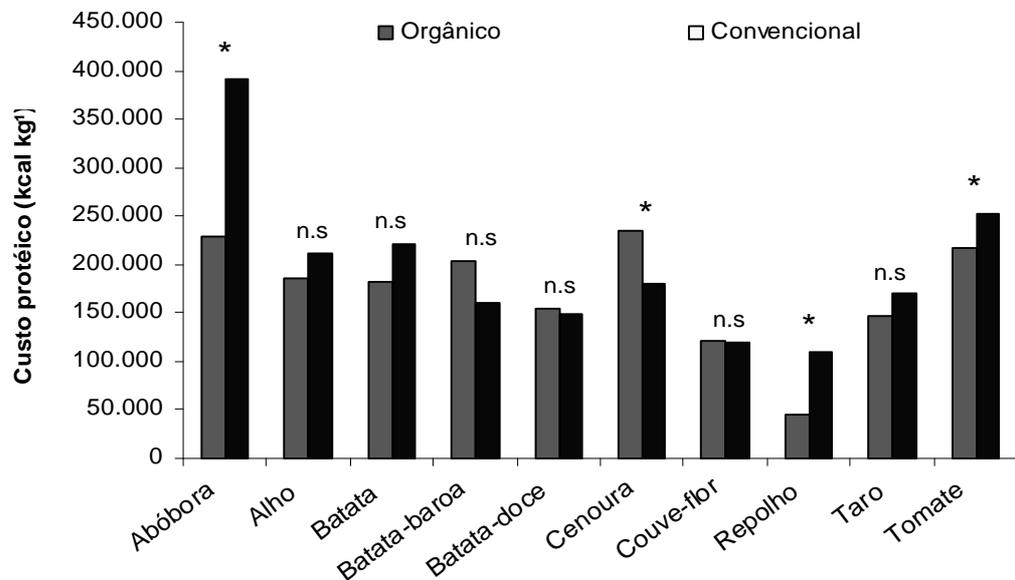


Figura 63 – Médias dos custos protéicos de 10 culturas nos sistemas orgânico e convencional de produção. UFV: Viçosa, 2006. (n.s) = não significativo e (*) = significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste ' t '.

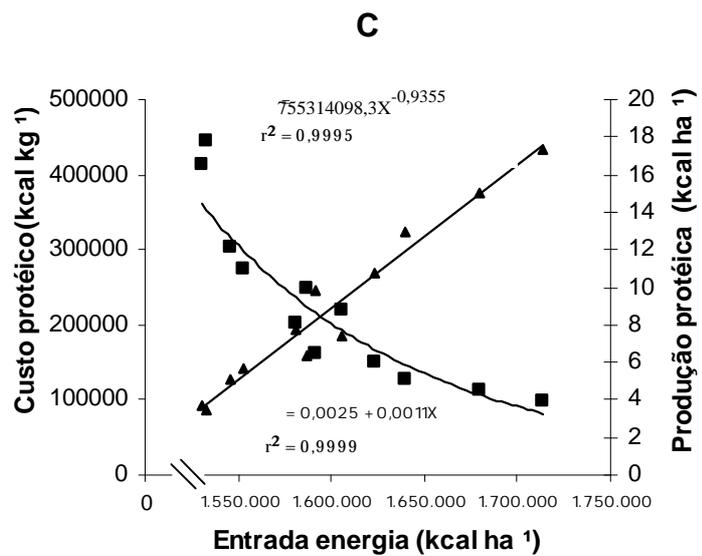
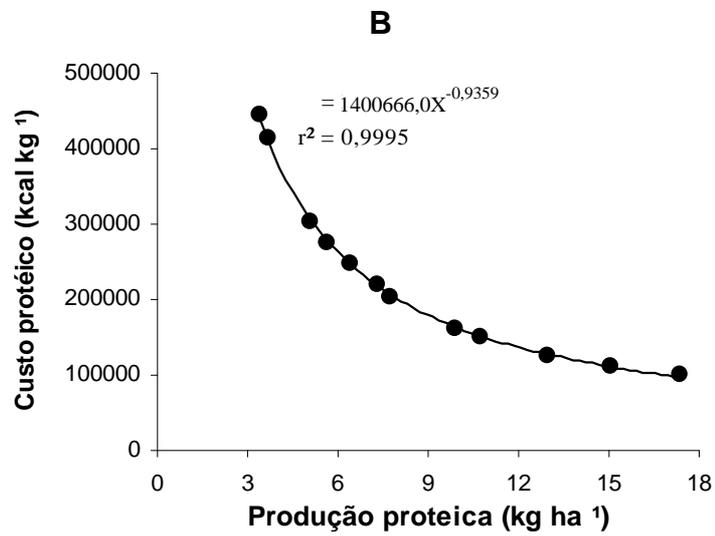
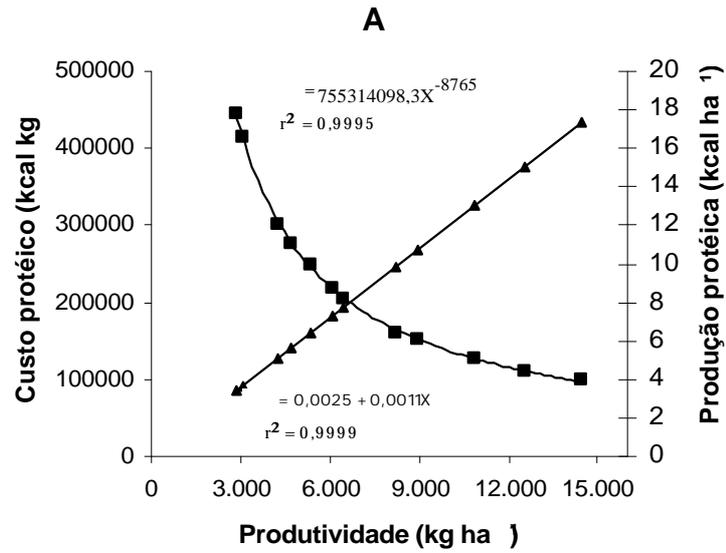


Figura 64 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico da abóbora.

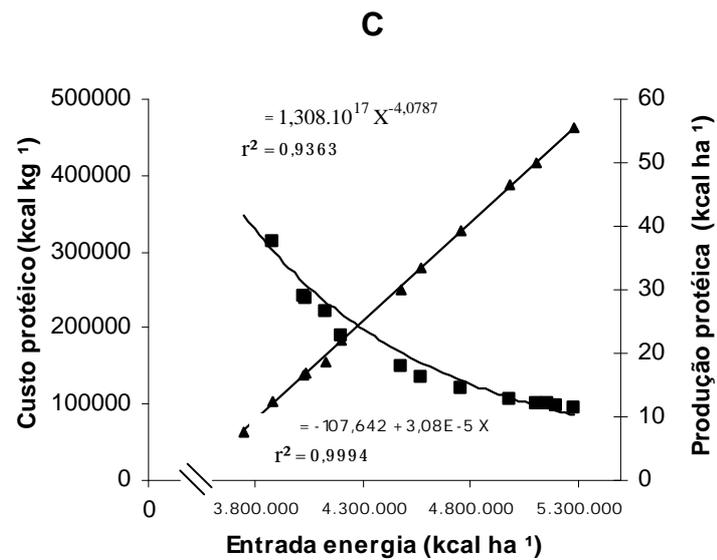
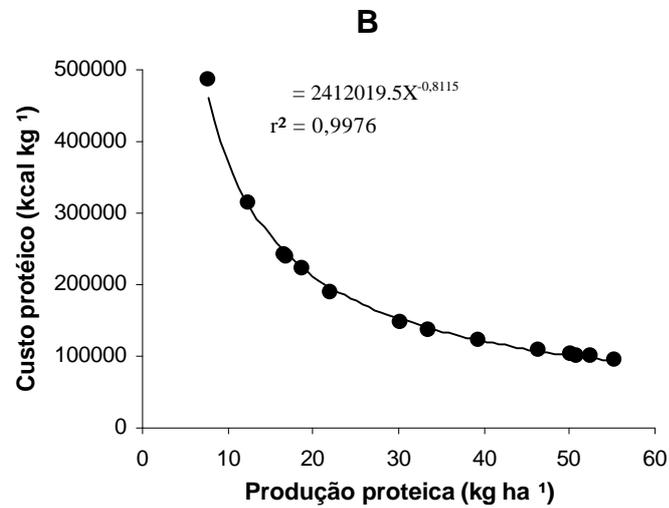
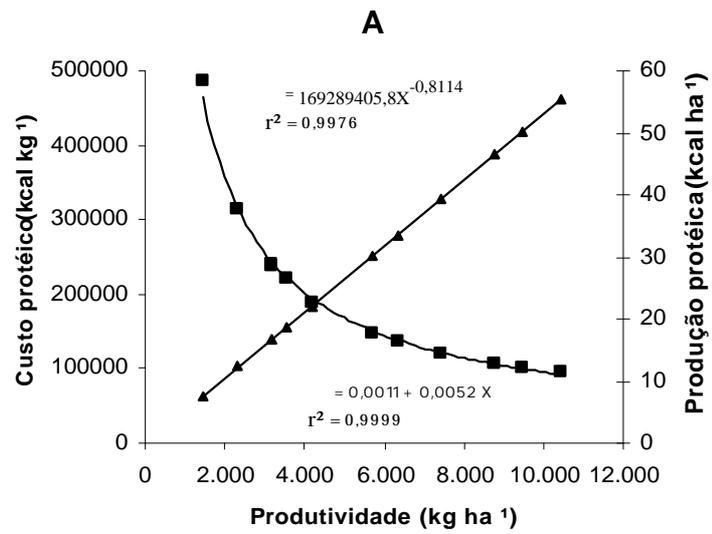


Figura 65 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico do alho.

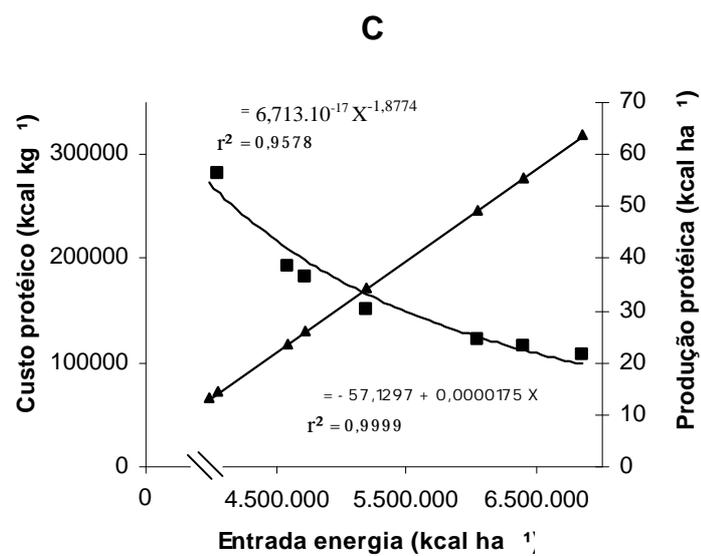
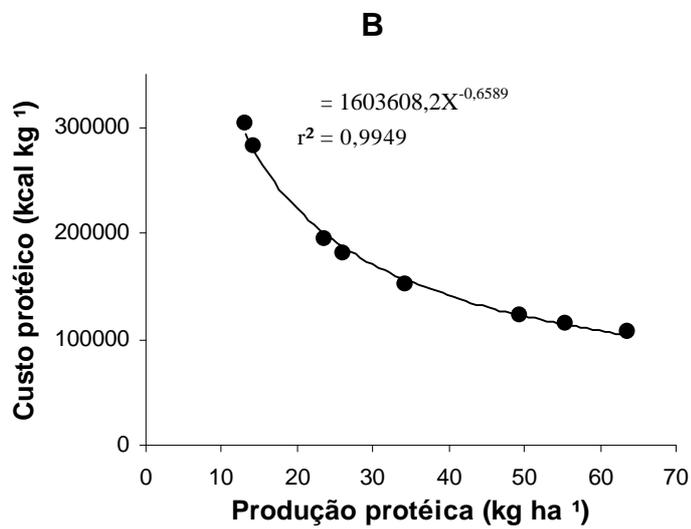
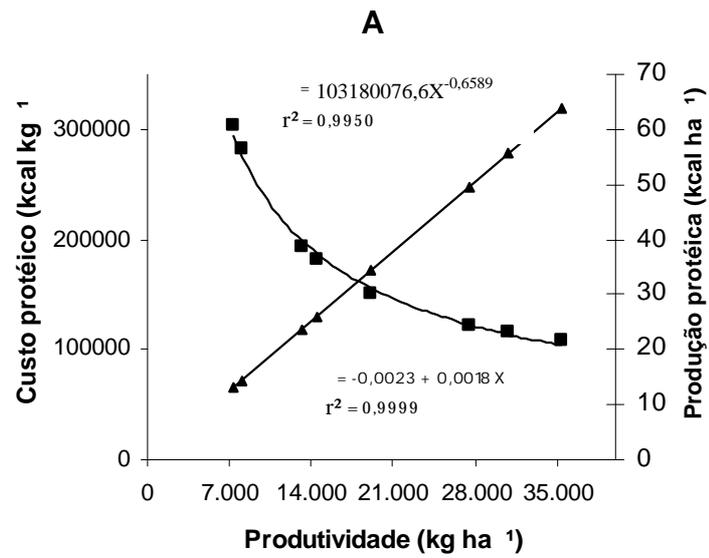


Figura 66 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico da batata.

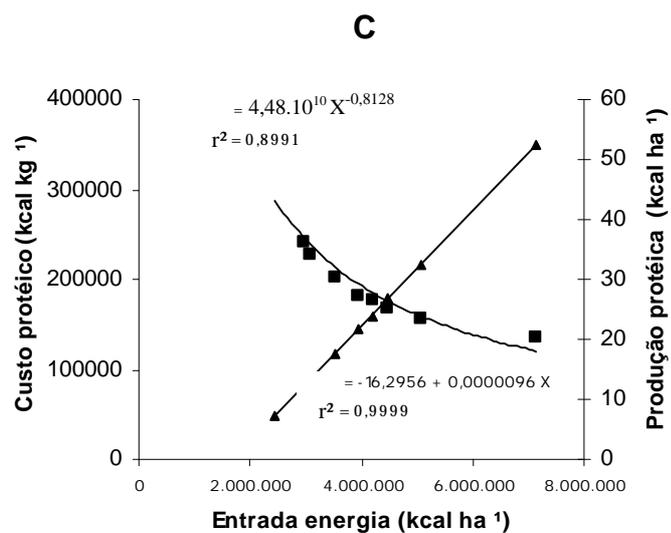
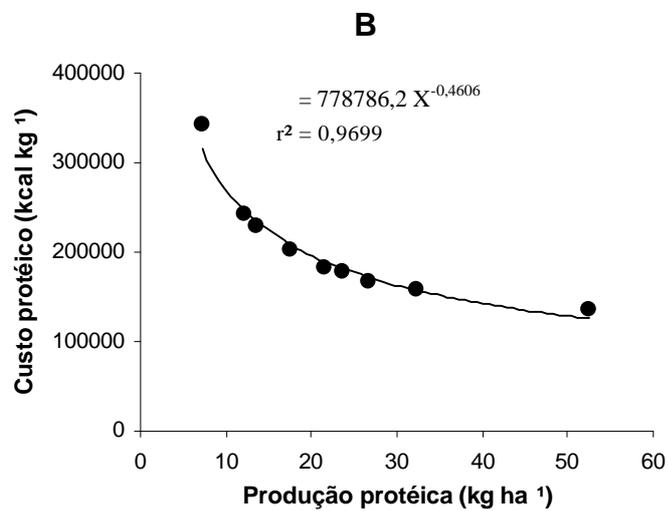
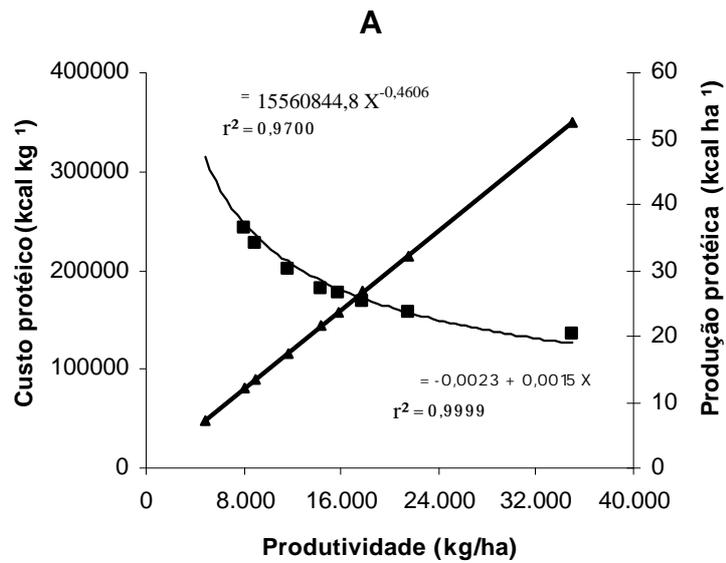


Figura 67 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico da batata-baroa.

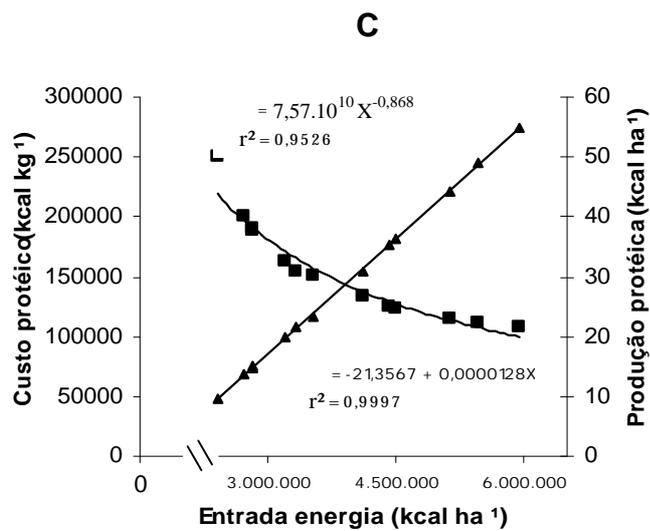
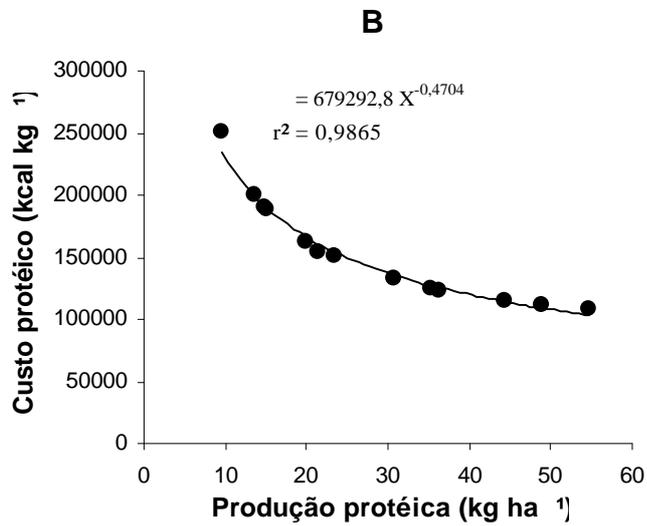
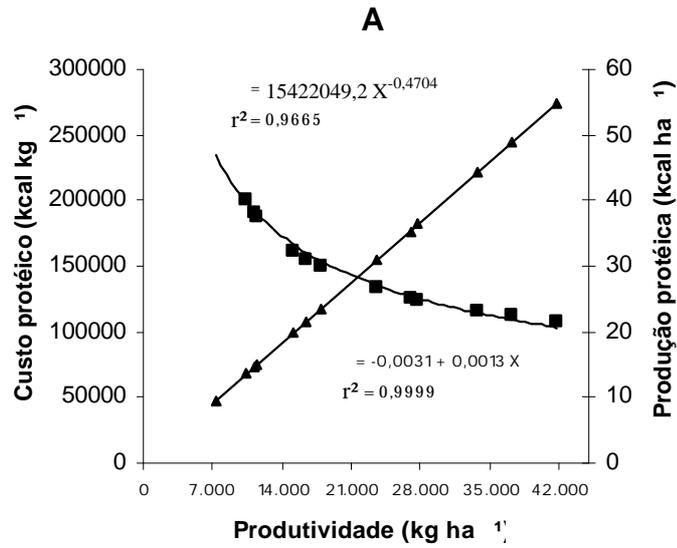


Figura 68 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico da batata-doce.

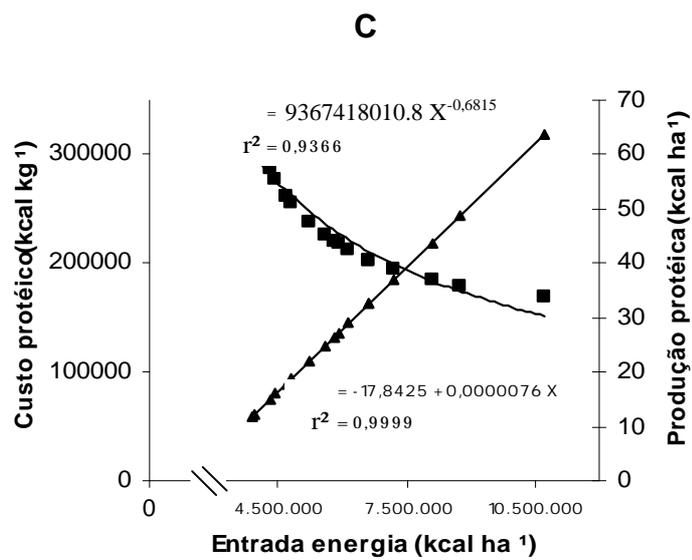
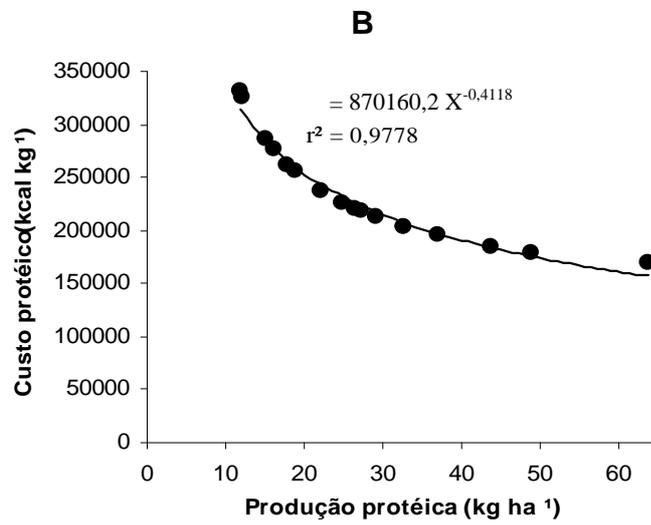
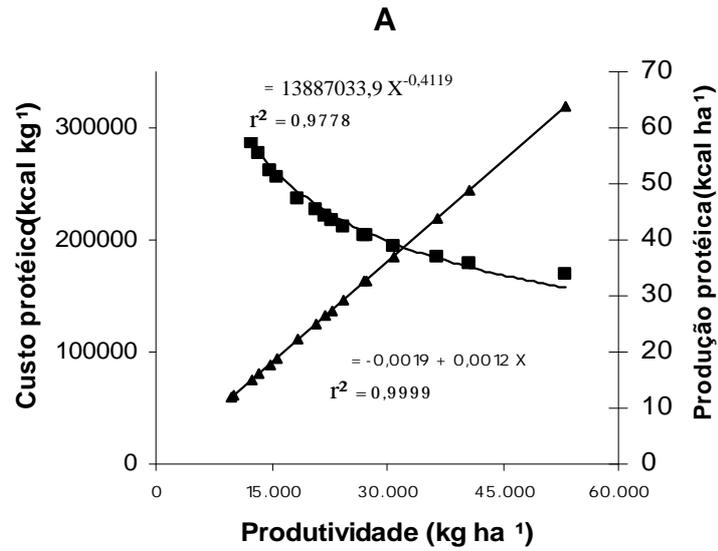


Figura 69 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico da cenoura.

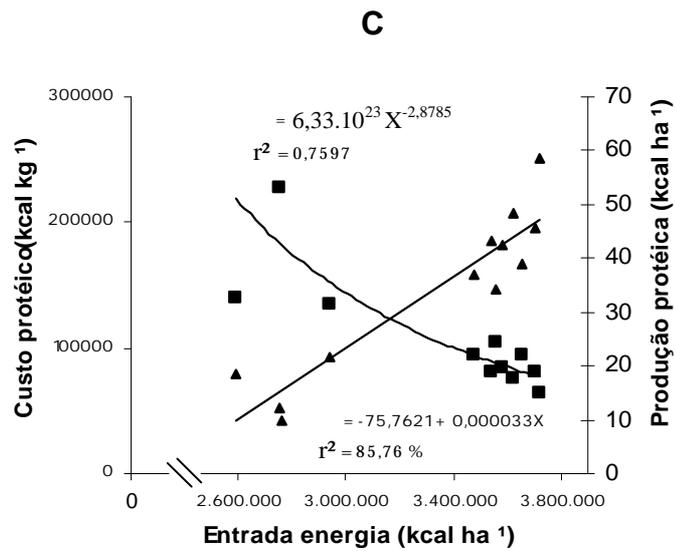
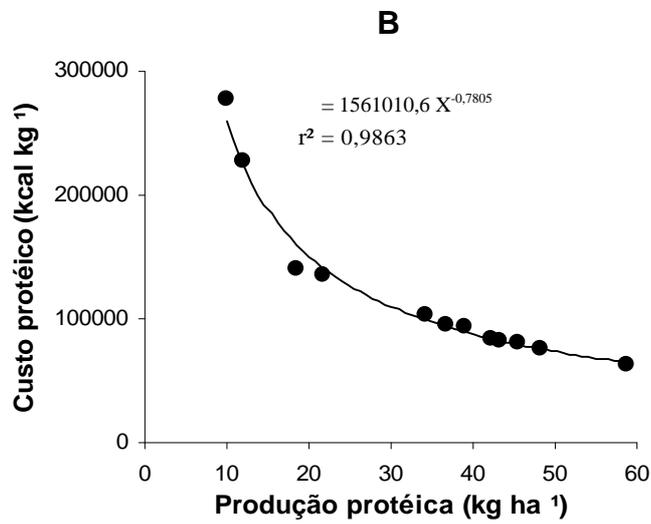
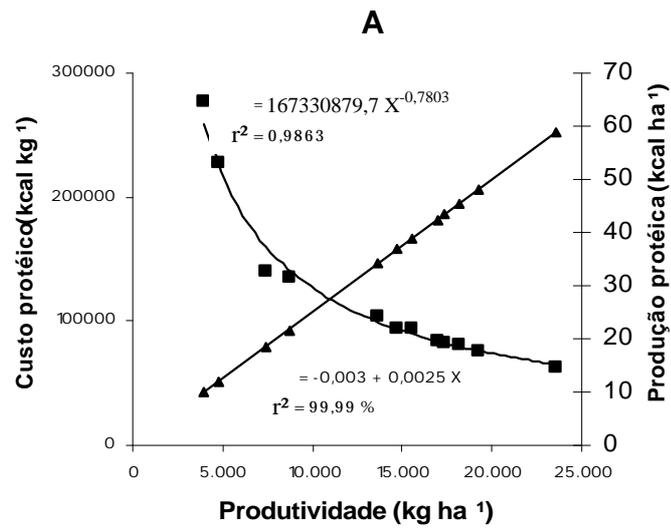


Figura 70 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico de couve-flor.

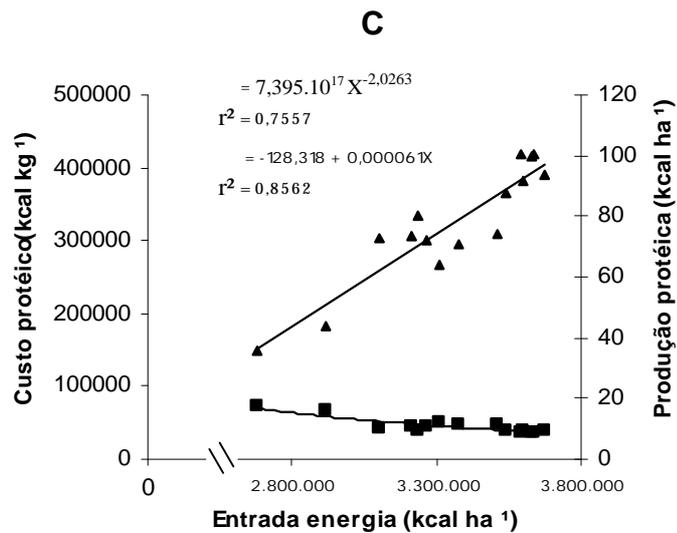
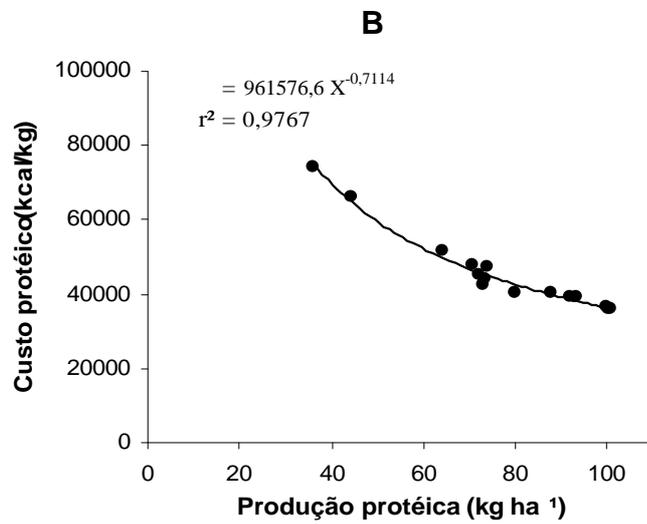
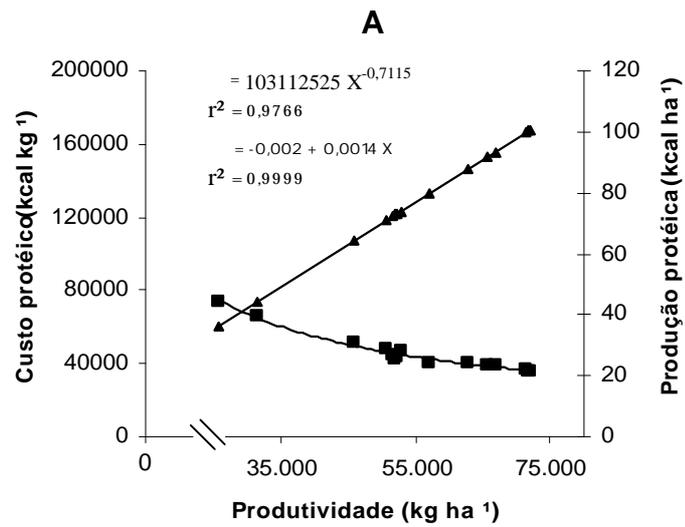


Figura 71 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico do repolho.

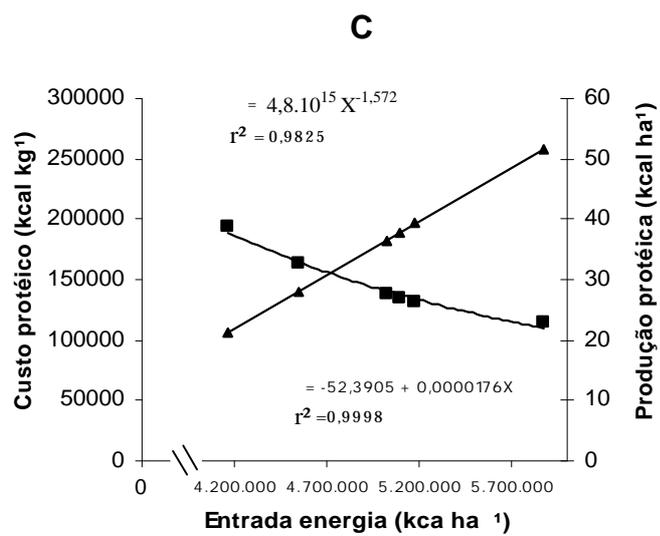
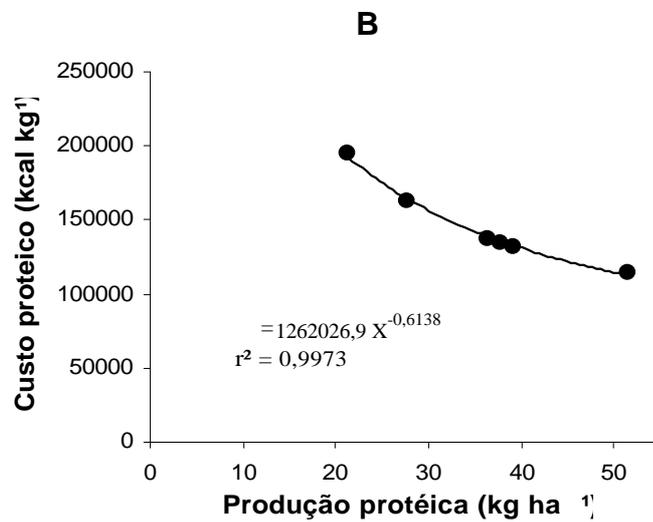
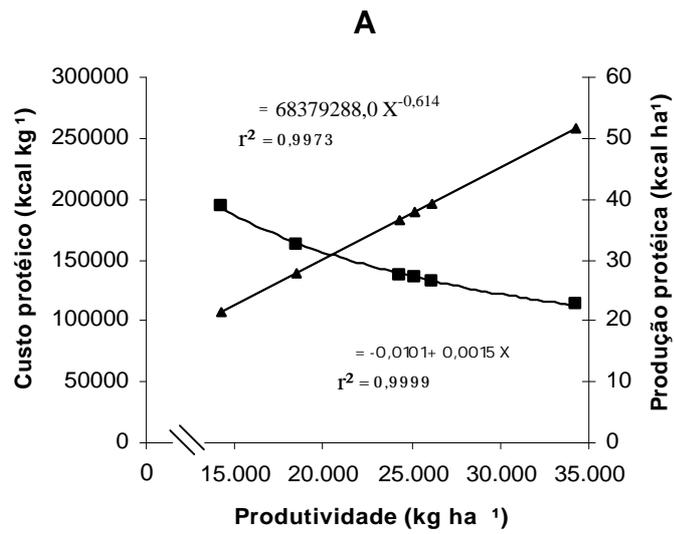


Figura 72 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico do taro.

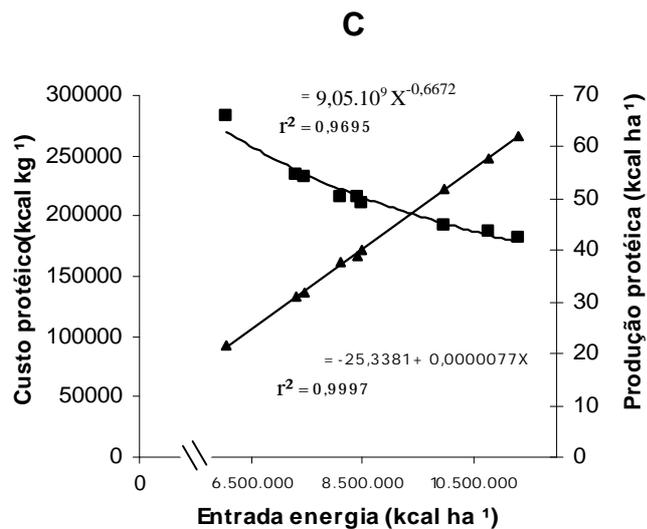
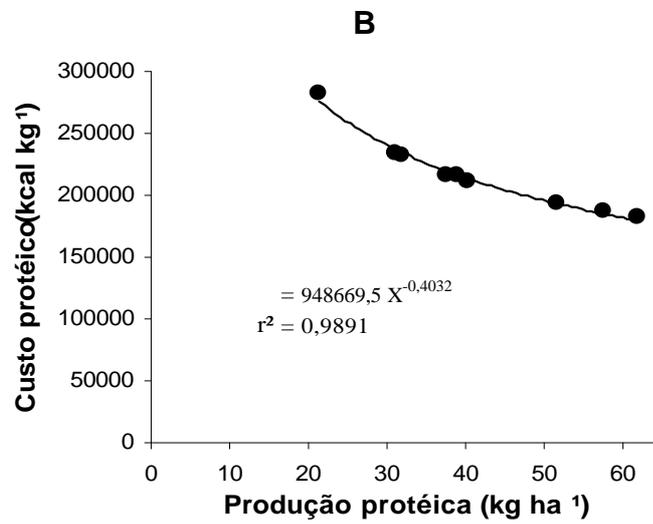
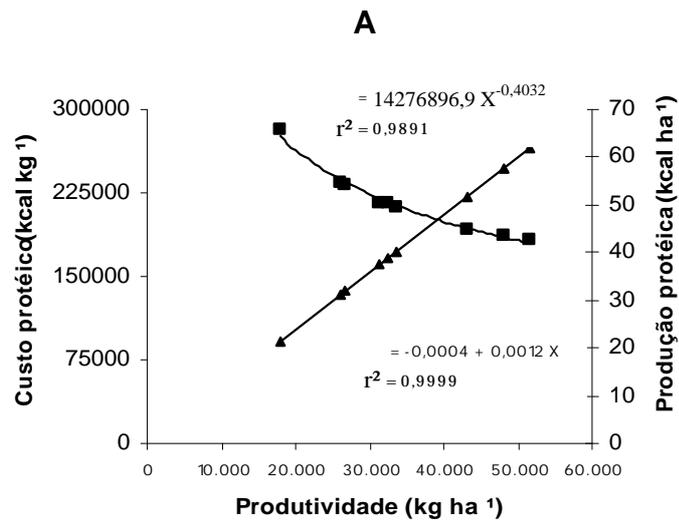


Figura 73 – Estimativa das variáveis energéticas relacionadas à produção e custo de proteínas, no cultivo orgânico do tomate.

3.5. Custo energético dos plásticos

Além de se constituírem em sérios poluentes, os plásticos são energeticamente caros. Segundo Sakurai (2004) e IPT (2005), o valor energético dos plásticos é equivalente ao do óleo combustível e, por esta razão, podem constituir-se em grande dispêndio energético. No sistema orgânico, o padrão de embalagem mais usado são as bandejas de isopor e o filme plástico, impulsionado pelas normativas do setor, que recomendam a proteção do produto objetivando evitar contaminações nas fases de transporte e comercialização. A ausência de alternativas de embalagens ecológicas faz com que estas se tornem as únicas viáveis economicamente ao produtor orgânico.

Conforme mostraram os resultados já relatados até aqui, as embalagens tem sido responsáveis por grande parte dos investimentos energéticos no cultivo orgânico das hortaliças – em muitos casos, o principal componente. A participação relativa das embalagens, em relação aos demais componentes, nos custos energéticos de cada cultura no sistema orgânico pode ser visto na Tabela 56.

O resumo dos gastos energéticos e da participação relativa das embalagens para todas as culturas no sistema orgânico está apresentado na Tabela 57, indicando que, em média, as embalagens representaram 35,8% do total da entrada de energia, equivalendo a 1.636.475 kcal ha⁻¹. Pelo fato de não empregar bandejas de isopor, mas apenas o filme plástico, as embalagens de abóbora foram aquelas que menos oneraram energeticamente o sistema de produção orgânica, participando com 4,4% dos custos energéticos totais. Contrariamente, as embalagens de tomate foram aquelas que mais oneraram, representando 56,2% desses custos.

Tabela 56 – Participação porcentual dos componentes nos custos energéticos totais de 10 culturas olerícolas em sistema orgânico. UFV: Viçosa, 2006¹

Culturas	Componentes (%) ²							
	Comp.	Sem. ou mudas	Caldas e Insum.	Serv. Mec.	Mão Obra	Irrig.	Emb.	Frete
Abóbora	24,1	25,6	0,0	11,5	7,8	22,6	4,4	4,0
Alho	17,2	25,7	2,7	4,1	18,4	12,3	18,5	1,1
Batata	15,3	19,2	3,0	3,6	10,6	13,8	31,4	3,1
Batata-baroa	13,8	1,0	0,0	4,9	13,3	13,6	50,3	3,1
Batata-doce	21,5	1,5	0,0	5,4	10,9	8,8	47,3	4,6
Cenoura	13,7	8,6	0,0	3,4	9,4	8,4	53,2	3,3
Couve-flor	23,6	1,9	0,0	5,6	8,3	14,5	42,6	3,5
Repolho	23,3	12,3	0,0	5,5	10,3	14,2	20,1	14,3
Taro	10,5	28,2	0,0	3,7	9,4	10,3	33,8	4,1
Tomate	9,2	0,1	9,0	2,2	12,0	7,9	56,2	3,4
Média	17,2	12,4	1,5	5,0	11,0	12,6	35,8	4,5
Desvio Padrão	5,6	11,4	-	2,5	3,1	4,3	17,2	3,6
C.V. (%)	32,4	91,9	-	50,8	27,7	34,2	48,1	80,5

¹ Os valores, para cada espécie, são médias de vários cultivos no período de 1991 a 2000.

² Comp.=Composto; Sem.=Sementes; Insum.=Insumos; Serv.=Serviços; Mec.=Mecânicos; Irrig.=Irrigação; Emb.=Embalagem.

Tabela 57 – Participação das embalagens plásticas nos custos energéticos totais na produção orgânica de hortaliças. UFV: Viçosa, 2006¹

Culturas (embalagens)	Custos energéticos para 1 ha nos cultivos orgânicos		Participação relativa (%)
	Totais (kcal)	Embalagens (kcal)	
Abóbora (filmes plásticos p/ 1 ud)	1.598.512	70.335	4,4
Alho (bandejas com 500 g)	4.539.328	876.090	19,3
Batata (bandejas com 1 kg)	5.226.810	1.641.218	31,4
Batata-baroa (bandejas com 500 g)	4.095.246	2.059.909	50,3
Batata-doce (bandejas com 1 kg)	3.872.973	1.831.916	47,3
Cenoura (bandejas com 500 g)	6.057.686	3.222.689	53,2
Couve-flor (bandejas p/ 1 ud)	3.325.047	1.416.470	42,6
Repolho (bandejas p/ 1 ud)	3.351.908	673.734	20,1
Taro (bandejas com 1 kg)	4.978.451	1.682.716	33,8
Tomate (bandejas com 500 g)	8.665.631	4.870.085	56,2
Média	4.571.159	1.636.475	35,8
Desvio Padrão	1.890.361	-	17,2
C.V. (%)	41,4	-	48,1

¹ Os valores, para cada espécie, são médias de vários cultivos no período de 1991 a 2000.

Em geral, verifica-se que existe uma relação direta entre a quantidade de biomassa comercial produzida pela cultura e o peso padrão usado para compor cada embalagem (0,5kg, 1,0kg ou unidade de produto), com a porcentagem de participação das embalagens nos custos energéticos totais de cada cultura. Dois exemplos que caracterizam esses fatos, são: 1) na comercialização de alho e cenoura orgânicos utilizam-se o mesmo padrão de embalagem (0,5 kg por bandeja), mas estas representaram 19,3% do custo energético no alho, que produziu 6.102 kg de biomassa comercial por ha, contra 53,2% na cenoura, que produziu 23.535 kg ha⁻¹. 2- o taro e a cenoura produziram rendimentos comerciais similares (23.805 e 23.535 kg ha⁻¹, respectivamente), mas por utilizarem padrões de embalagens diferentes (1,0 kg para o taro e 0,5 kg para a cenoura), as participações destas nos custos energéticos totais também foram diferenciados, inversamente proporcional à capacidade da embalagem, com 33,8% para o taro, contra 53,2% para a cenoura.

Os gastos energéticos e a participação porcentual das embalagens para todas as culturas no sistema convencional estão apresentados na Tabela 58. Pelo fato de empregarem embalagens de maior capacidade volumétrica (caixas e sacos) e pelo baixo valor calórico das caixas de madeira, em média, as embalagens representaram apenas 4,0% do total da entrada de energia, equivalendo a 270.659 kcal ha⁻¹. Este valor significa um custo energético em torno de 6 vezes menor que aquele verificado no sistema orgânico (1.636.475 kcal ha⁻¹). A representação dos custos das embalagens variou de 1,0%, para a cultura do tomate, até 10,1% para o taro. Essa variabilidade foi atribuída ao tipo de embalagem, visto que nas culturas em que se emprega sacos plásticos, os custos energéticos são geralmente maiores.

Esses altos custos energéticos dos plásticos reforçam a necessidade de se buscar alternativas de redução de custo energético na produção orgânica de hortaliças, seja pelo uso de embalagens ecológicas de baixo custo calórico ou até por priorizar alternativas de venda que dispensem as embalagens, como vendas em feiras livres, vendas em cestas entregues em domicílio, entre outras. A eliminação apenas da embalagem, reduziria a média de custos de um hectare no sistema orgânico, de 4.571.159 kcal para 2.930.113 kcal, com reflexos extremamente positivos na eficiência energética.

Tabela 58 – Participação das embalagens plásticas nos custos energéticos totais na produção convencional de hortaliças. UFV: Viçosa, 2006¹

Culturas (embalagens)	Custos energéticos para 1 ha nos cultivos convencionais		Participação relativa (%)
	Totais (kcal)	Embalagens (kcal)	
Abóbora (sacos plásticos cap. 40 kg)	3.990.032	135.661	3,4
Alho (sacos plásticos cap. 10 kg)	7.083.441	170.003	2,4
Batata (caixas tipo K)	9.918.136	317.380	3,2
Batata-baroa (caixas tipo K)	3.625.512	47.132	1,3
Batata-doce (sacos plásticos cap. 20 kg)	3.500.164	308.014	8,8
Cenoura (caixas tipo K)	6.036.456	84.510	1,4
Couve-flor (engradado para 12 ud)	4.504.764	94.600	2,1
Repolho (sacos plásticos cap. 30 kg)	7.275.434	734.819	10,1
Taro (sacos plásticos cap. 20 kg)	5.089.238	340.979	6,7
Tomate (caixas tipo K)	16.641.459	166.415	1,0
Média	6.766.464	270.659	4,0
Desvio Padrão	4.007.108	-	3,3
C.V. (%)	59,2	-	81,6

¹ Os valores são médias dos coeficientes técnicos de cada cultura na região, no ano de 2001.

4. CONCLUSÕES

- ✓ O cultivo orgânico de hortaliças apresenta balanço energético positivo, contendo mais energia nos produtos colhidos do que a quantidade demandada nos seus processos produtivos.
- ✓ O cultivo orgânico de hortaliças foi sustentável, tanto por apresentar balanço energético superior a 1,00, como por superar o índice mínimo de produção de energia por unidade de área, necessário para atender à demanda de energia para a subsistência dos atuais 6 bilhões de pessoas no mundo.
- ✓ A produtividade comercial e a produção de energia de cada espécie no sistema orgânico são semelhantes às respectivas do sistema convencional, exceto para o repolho, que foram maiores no sistema orgânico e para o tomate, que foram maiores no sistema convencional.
- ✓ O cultivo orgânico de abóbora, alho, batata, couve-flor, repolho e tomate consomem menos energia em seus processos produtivos, comparados aos respectivos sistemas convencionais.

- ✓ O cultivo orgânico de batata-baroa, batata-doce, cenoura e taro consomem a mesma quantidade de energia em seus processos produtivos, comparados aos respectivos sistemas convencionais.
- ✓ A eficiência energética no cultivo orgânico de abóbora, alho, cenoura, repolho e tomate é maior que aquelas do cultivo convencional .
- ✓ A eficiência energética no cultivo orgânico de batata, batata-baroa, batata-doce, couve-flor e taro é semelhante às aquelas do cultivo convencional.
- ✓ No sistema orgânico, os componentes que mais oneram o custo energético são, em ordem decrescente: embalagem, composto orgânico, irrigação, sementes/mudas e serviços manuais.
- ✓ A participação das embalagens plásticas no sistema orgânico de hortaliças representa uma séria preocupação, por elevar o gasto de energia e por ser recurso energético não renovável.
- ✓ A produção total de proteínas entre os sistemas foi estatisticamente diferente apenas entre as culturas de repolho e tomate. O repolho produziu mais proteína no cultivo orgânico e o tomate produziu mais no cultivo convencional.
- ✓ Os custos protéicos nos cultivos orgânicos de abóbora, repolho e tomate são significativamente menores que nos cultivos convencionais. Por outro lado, o custo de proteína no cultivo orgânico de cenoura foi maior que aquele obtido no cultivo convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Transportes terrestres – números do setor. Brasília–DF. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/destaques/ANTTemNumeros2005>>. Acesso em: 08 dez. 2005.

ALMEIDA, A. F. Educação ambiental e qualidade de vida. Disponível em: <<http://www.cbssi.com.br/revista01.htm>>. Acesso em: 15 set. 2005.

BAKER, L. R. Pickling cucumber production. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 203-208.

CALIMAN, F. R. B. **Produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em ambiente protegido e no campo**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 87-97, nov./dez. 2004.

CAPRA, F. **As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável**. São Paulo: Cultrix, 2002. 296 p.

CARMO, M. S. do; DULLEY, R. D.; COMITRE, V. Balanço energético de sistemas de produção na agricultura familiar. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 35, p. 1977-1985, 1988.

CHANCELLOR, W. J. et al. Energy requirements for sugar beet production and processing. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 137-153.

COMITRE, V. A questão energética e o padrão tecnológico da agricultura brasileira. **Informações Econômicas**: São Paulo, v.25, n.12, p. 29-35. 1995.

DALGAARD, T.; HALBERG, N.; PORTER, J. R. A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 87, p. 51-65. 2001.

DOERING III, O. C. Accounting for energy in farm machinery and buildings. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 09-14.

EMBRAPA. **Cultivo de cenoura**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2005. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_de_cenoura.htm>. Acesso em: 05 nov. 2005.

FERRARO JÚNIOR, L. A. **Proposição de método de avaliação de sistemas de produção e de sustentabilidade**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1999. 131P. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz/USP, 1999.

FERREIRA, W. A.; ULBANERE, R. C. Análise do balanço econômico para a produção de milho no estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 4, n. 2, p. 8-18. 1989.

GÂNDARA, F. C. **Produção de biomassa e balanço energético em agroecossistemas de produção de hortaliças, no Distrito Federal**. Brasília, DF: UNB, 1998. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, 1998.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia – Processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2000. 653p.

HOFFMANN, R. Energia e sustentabilidade. In: IX SEMANA ACADÊMICA DO CENTRO DE TECNOLOGIA – SACT. UFSC, 2005. 29 p. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cenergia/ixsact.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2005.

HOW, R. B. Energy inputs and outputs for crop systems - Cabbage. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 181–184.

IPT. **Linhas e Projetos de Pesquisa: Plástico Biodegradável**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 2005. Disponível em: <<http://www.ipt.br/atividades/inovacao/exemplos/plastico/definicao>>. Acesso em: 10 nov. 2005.

JOHNSON JÚNIOR, H; CHANCELLOR, W. J. Cantaloupes. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 209-217.

KROM, V.; PACCOLA, A. A. Aspectos energéticos nas mudanças do setor agrícola de quatro microrregiões do Estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 24-32. 1995.

LI, F.; GAO, C.; ZHAO, H.; LI, X. Soil conservation effectiveness and energy efficiency of alternative rotations and continuous wheat cropping in the Loess Plateau of northwest China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 91, p. 101-111. 2002.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. 13 p. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 16 nov. 2005.

LOCKERETZ, W. Energy inputs for nitrogen, phosphorus, and potash fertilizers. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 23-26.

LOOMIS, R. S.; CONNOR, D. J. **Crop Ecology: productivity and management in agricultural systems**. Cambridge University Press, 1996. 538p.

MA, Z. Y.; JONES, E. G. Optimizing the external energy input into farmland ecosystems: a case study from Ningxia, China. **Agricultural systems**, v. 53, p. 269-283. 1997.

MACEDÔNIO, A. C.; PICCHIONI, S. A. Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária. **Secretaria da Agricultura**, Departamento de Economia Rural, Curitiba, 1985. 99p.

MANSVELT, J. D.; STOBBELAAR, D. J.; HENDRIKS, K. Comparison of landscape features in organic and conventional farming systems. **Landscape and Urban Planning**, v. 41, p. 209-227. 1998.

MARTINS, S. R. **Limites Del desarrollo sostenible en América Latina**. Pelotas: Editora da UFPel, 1997. 135 p.

MARQUES, J. P.; BENEZ, S. H. Manejo da vegetação espontânea para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto e preparo convencional do solo. **Energia na Agricultura**, v. 15, n. 1, p. 13-26. 2000.

MELLO, R. Um modelo para análise energética de agroecossistemas. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 29, n. 4, p. 45-61. 1989.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Boletim Energético Nacional – BEN 2005**. Brasília, 2005. p. 129.

MONEGAT, C. **Avaliação multidimensional do desempenho do manejo do solo no sistema do pequeno agricultor**. Florianópolis, SC: UFSC, 1998. 144 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

OGLIARI, P. J.; ANDRADE, D. F. de. **Estatística básica para as ciências agrônômicas e biológicas: com noções de experimentação**. Florianópolis: UFSC, 2005. 357 p.: il.

OZKAN, B.; KURKLU, A.; AKCAOZ, H. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. **Biomass & Bioenergy**, v. 26, n. 1, p. 89-95. 2004.

PALMA, L. **Compatibilidade entre eficiência energética e eficiência econômica numa empresa rural**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2001. 151 p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

PEIXOTO, R.T. dos G. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. Londrina: IAPAR, 1988. 48p. (Circular, 57).

PIMENTEL, D. Energy inputs for the production, formulation, packaging, and transport of various pesticides. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980a. p. 45 - 48.

PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980b. 475 p.

PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Energy inputs in corn production. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 67 - 84.

PIMENTEL, D.; DAZHONG, W.; GIAMPIETRO, M. Technological changes in energy use in U.S. agricultural production. In: GLIESSMAN, S. R. (Ed). **Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture**. Springer-Verlag, New York, 1990. P. 305-321. (Ecological Studies, 78).

PLUIMERS, J. C. Reducing environmental impact of energy use in tomato cultivation in the netherlands: research by systems analysis. **Acta Horticulturae**, 456, p. 459-465. 1998.

PONTES, J. R. V.; SILVEIRA, G. M.; BENEZ, S. H. Desempenho de equipamentos no manejo mecânico da vegetação espontânea. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 15-23. 1999.

POUDEL, D. D.; HORWATH, W. R.; LANINI, W. T.; TEMPLE, S. R.; BRUGGEN, A. H. C. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 90, p. 125-137. 2002.

PYPKER, T. G.; FREDEEN, A. L. Ecosystem CO₂ flux over two growing seasons for a sub-boreal clearcut 5 and 6 years after harvest. **Agricultural and forest meteorology**, v. 114, p. 15-30. 2002.

REGANOLD, J. P.; GLOVER, J. D.; ANDREWS, P. K.; HINMAN, H. R. Sustainability of three apple production systems. **Nature**, v. 410, 2001. p. 926-929.

REGAZZI, A. J. **Curso de iniciação à estatística**. Viçosa, MG. Departamento de Informática, UFV, 1997. (Apostila).

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no Excel: Guia Prático**. Viçosa: UFV, 2004. 251p.: il.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2003. 196 p. Dissertação (Doutorado em Energia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

RYDER, E. J. Energy inputs and outputs for crop systems - Lettuce. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 191 - 194.

SAKURAI, K. **HDT 17: Metodo sencillo del analisis de residuos solidos**. Washington: Organización Panamericana de la Salud. 2004. Disponível em: <<http://www.bvsde.ops-oms.org/sde/ops-sde/bv-residuos.shtml>>. Acesso em 20 jul. 2004.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 743-752. Abr. 2000.

SOUZA, J. L. de. **Agricultura Orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Domingos Martins: EMCAPA, 1998. 1 V. 179 p.

SOUZA, J. L. de. **Agricultura Orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Vitória: INCAPER, 2005. 2 V. 257 p.

SOUZA, J. L. de; CARMO, C. A. S. do (Ed.). **Encontro Nacional Sobre Produção Orgânica de Hortaliças, 1**. Anais..., Vitória-ES, 1998. 210p.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 560 p. il.

TORRES, E. A. F. S. ; CAMPOS, N. C. ; DUARTE, M. ; GARBELOTTI, M. L. ; PHILIPPI, S. T. ; MINAZZI-RODRIGUES, R. S. “Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 145-150. Mai/Ago. 2000.

TRIPATHI, R. S.; SAH, V. K. Material and energy flows in high-hill, mid-hill and valley farming systems of Garhwal, Himalaya. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 86, p. 75-91. 2001.

URI, N. D.; ATWOOD, J. D.; SANABRIA, J. The environmental benefits and costs of conservation tillage. **The Science of the Total Environment**, v. 216, p. 13-32. 1998.

WALDON, H.; GLIESSMAN, S. R.; BUCHANAN, M. Agroecosystem responses to organic and conventional management practices. **Agricultural systems**, v. 57, n. 1, p. 65-75. 1998.

ANEXO 1

Valores energéticos adotados

Valores energéticos de insumos, serviços, materiais, produto olerícola 'in natura' e outros, com suas respectivas fontes bibliográficas

A. INSUMOS

Especificação	ud	Valor energético (Kcal)	Fonte bibliográfica
Composto Orgânico	t	25.700	Calculado, baseando-se nos valores calóricos de insumos e serviços.
Esterco Galinha (cama de frango)	t	30.000	Ferraro Júnior (1999)
Palhadas, Esterco bovino e outros resíduos orgânicos	t	15.000	Pimentel (1984), citado por Ferraro Júnior (1999)
Cinza vegetal (7% k ₂ O)	kg	112	Calculado com base nos custos do teor de potássio
Biofertilizante líquido enriquecido	L	13	Calculado, baseando-se nos valores calóricos de insumos e serviços.
Sementes e Mudas:			
Abóbora Tetsukabuto	g	756	Calculado pela matriz energética, baseado em Mello (1989)
Abóbora Moranga	g	121	Calculado pela matriz energética, baseado em Mello (1989)
Alho (produto)	kg	1439	Calculado, baseado em Ferraro Júnior (1999)
Batata (produto)	kg	805	Calculado, baseado em Ferraro Júnior (1999)
Batata-baroa (rebentos)	mil	1.295	Calculado, baseado em Ferraro Júnior (1999)
Batata-doce (ramas)	mil	1.586	Calculado, baseado em Ferraro Júnior (1999)
Cenoura 'Brasília'	kg	121.000	Calculado pela matriz energética, baseado em Mello (1989)
Couve-flor 'Teresópolis'	g	303	Calculado pela matriz energética, baseado em Mello (1989)
Repolho híbrido	g	1361	Calculado pela matriz energética, baseado em Mello (1989)
Taro (produto)	kg	694	Calculado, baseado em Ferraro Júnior (1999)
Tomate (produzida local)	g	36	Calculado, baseado em Ferraro Júnior (1999)
Tomate (semente híbrida)	g	1361	Convencionado como similar aos custos das sementes de repolho híbrido.

... Continuação de Insumos

Especificação	ud	Valor energético (Kcal)	Fonte bibliográfica
Adubos minerais:			
Nitrogênio (N)	kg	14.930	Felipe Júnior et al. (1984), citados por Ferraro Júnior (1999)
Fósforo (P ₂ O ₅)	kg	3.000	Lockeretz (1980)
Potássio (K ₂ O)	kg	1.600	Lockeretz (1980)
FTE - micronutrientes, Bórax, Sulfato de Zinco e outros.	kg	1291	Calculado pela matriz energética, baseado em Mello (1989) e Ferraro Júnior (1999)
Fosfato natural	kg	150	Ferraro Júnior (1999)
Calcário dolomítico	t	132.822	Macedônio & Picchioni (1985)
Cal virgem	kg	2.408	Mello (1989)
Sulfato de Cobre	kg	400	Estimado com base em Ferraro Júnior (1999)
Calda bordalesa	L	19	Calculo do processo
Óleo diesel (densidade de 0,84 kg.l ⁻¹)	kg	10.100	Dados da PETROBRÁS, citado por MINISTÉRIO (2005)
	L	8.484	
Agrotóxicos:			
Herbicida (prod. comercial)	L	83.572	Média obtida em Pimentel (1980b)
Inseticida (prod. comercial)	L	60.393	Média obtida em Pimentel (1980b)
Fungicida (prod. comercial)	kg	50.083	Média obtida em Pimentel (1980b)
Outros pesticidas comerciais (Acaricidas, Espalhante Adesivo, etc)	Kg ou L	64.683	Média obtida em Pimentel (1980b)
Energia elétrica	kwh	860	Boletim Energético Nacional - MINISTÉRIO (2005)

B. SERVIÇOS

Especificação	ud	Valor energético (Kcal)	Fonte bibliográfica
Mecânicos:			
Aração (trator + arado + combustível + mão-de-obra)	Kcal ha ⁻¹	136.010	Ferraro Júnior (1999)
Gradagem (trator + grade + combustível + mão-de-obra)	Kcal ha ⁻¹	47.976	Ferraro Júnior (1999)
Destorroamento (Micro-trator + rotativa + combustível + mão-de-obra)	Kcal ha ⁻¹	10.035	Estimado a partir dos índices de Ferraro Júnior (1999)
Manuais:			
			Estimados em função de vários autores, citados por FERRARO JÚNIOR (1999) e GLIESSMAN (2000)
Preparo de sementeira	D/H	1.500	idem
Aplicação de Calcário	D/H	1.500	idem
Preparo do Solo	D/H	4.000	idem
Preparo de propágulos e mudas	D/H	2.400	idem
Obtenção/aplicação de cob. morta	D/H	3.200	idem
Adubação Química	D/H	1.500	Idem
Distribuição de Composto	D/H	3.600	Idem
Distribuição de Esterco	D/H	3.200	Idem
Plantio	D/H	1.500	Idem
Desbaste	D/H	1.500	Idem
Adubação cobertura orgânica	D/H	3.600	Idem
Aplicação de biofertilizante líquido	D/H	3.600	Idem
Adubação cobertura mineral	D/H	1.500	Idem
Amontoa	D/H	4.000	Idem
Capinas (enxadas)	D/H	4.000	Idem
Capinas (mãos)	D/H	2.400	Idem
Estaqueamento	D/H	3.600	Idem
Amarrio, Desbrota e capação	D/H	2.400	Idem
Pulverizações	D/H	2.400	Idem
Irrigações	D/H	1.000	Idem
Colheitas:			
Colheita leve (colheita de sementes botânicas e similares).	D/H	1.000	idem
Colheita média (abóbora, alho, cenoura, couve-flor, repolho e tomate)	D/H	2.400	Idem
Colheita pesada (batata, taro, batata-doce e batata-baroa)	D/H	4.000	Idem
Lavagem e manuseio de produtos e propágulos.	D/H	2.400	Idem
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	Idem
Transporte Interno	D/H	2.400	Idem

C. INSTRUMENTAL, EQUIPAMENTOS e SISTEMAS

Especificação	ud	Valor energético (Kcal)	Fonte bibliográfica
Irrigação:			
Abóbora	ha	360.340	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Alho	ha	547.820	Lima et al. (2005)
Batata	ha	694.880	Lima et al. (2005)
Batata-baroa	ha	507.400	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Batata-doce	ha	315.620	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Cenoura	ha	473.000	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Couve-flor	ha	473.000	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Repolho	ha	473.000	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Taro	ha	507.400	Estimado a partir de Lima et al. (2005)
Tomate	ha	663.920	Lima et al. (2005)
Plásticos em geral	kg	9.000	SAKURAI (2004) e IPT (2005)
Bandeja isopor e filme plástico (embalagem para 500 gramas)	mil	72.000	Calculado, baseado no isopor e plástico (IPT, 2005)
Bandeja isopor e filme plástico (embalagem para 1 kg e cabeças de couve-flor)	mil	90.000	Calculado, baseado no isopor e plástico (IPT, 2005)
Filme plástico para embalagem de frutos de abóbora e cabeças de repolho.	mil	21.060	Calculado, baseado no isopor e plástico (IPT, 2005)
Caixas tipo K para batata-baroa, cenoura e tomate (3 kg)* - usada 30 x.	ud	75	Calculado, baseado em Fluck & Baird (1982), citados por Ferraro Júnior (1999)
Engradado para couve-flor (3 kg) – usado 30 x.	ud	75	Calculado, baseado em Fluck & Baird (1982), citados por Ferraro Júnior (1999)
Sacos telados, 10 kg (alho)	ud	270	Calculado, baseado no isopor e plástico (IPT, 2005)
Sacos telados, 20 kg (batata-doce e taro)	ud	342	Calculado, baseado no isopor e plástico (IPT, 2005)
Sacos telados, 30 kg (repolho)	ud	468	Calculado, baseado no isopor e plástico (IPT, 2005)
Sacos telados, 50 kg (abóbora e batata)	ud	630	Calculado, baseado no isopor e plástico (IPT, 2005)
Frete (por 10 km)	t km ⁻¹	0,88	Calculado para o ano de 2001 (AGÊNCIA..., 2005 e MINISTÉRIO..., 2005)

D. PRODUTOS

Especificação	ud	Valor energético (Kcal)	Teor Proteico (g kg⁻¹)	Fonte bibliográfica
Abóbora	Kg	400	1,20	FRANCO (1999)
Alho	Kg	1.340	5,30	FRANCO (1999)
Batata	Kg	785	1,80	FRANCO (1999)
Batata-baroa	Kg	1.250	1,50	FRANCO (1999)
Batata-doce	Kg	1.255	1,31	FRANCO (1999)
Cenoura	Kg	500	1,20	FRANCO (1999)
Couve-flor	Kg	300	2,50	FRANCO (1999)
Repolho	Kg	250	1,40	FRANCO (1999)
Taro	Kg	668	1,50	FRANCO (1999)
Tomate	Kg	250	1,20	FRANCO (1999)

ANEXO 2

Base de dados e análises estatísticas por cultura

Tabela 2A – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura da **ABÓBORA** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanco energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo Proteico (A/C)
Abóbora	1	6.118	2.447.200	1.605.346	1,52	7,34	218.664
Abóbora	2	5.322	2.128.800	1.586.337	1,34	6,39	248.393
Abóbora	3	2.872	1.148.800	1.532.683	0,75	3,45	444.720
Abóbora	4	3.076	1.230.400	1.530.477	0,80	3,69	414.629
Abóbora	5	10.834	4.333.600	1.639.493	2,64	13,00	126.107
Abóbora	6	12.568	5.027.200	1.679.603	2,99	15,08	111.368
Abóbora	7	8.236	3.294.400	1.591.877	2,07	9,88	161.069
Abóbora	8	14.477	5.790.800	1.713.755	3,38	17,37	98.648
Abóbora	9	4.258	1.703.200	1.545.384	1,10	5,11	302.447
Abóbora	10	4.696	1.878.400	1.552.819	1,21	5,64	275.557
Abóbora	11	8.975	3.590.000	1.623.020	2,21	10,77	150.698
Abóbora	12	6.478	2.591.200	1.581.346	1,64	7,77	203.425
MÉDIA ORGÂNICO	Média Aritmética	7.325	2.930.333	1.598.512	1,81	8,79	229.644
	Mediana	6.298	2.519.200	1.589.107	1,58	7,56	211.045
	Desvio Padrão	3752	1.500.998	57.638	0,86	4,5	113.558
	Coef. Variação (%)	51,2	51,2	3,6	47,6	51,2	49,4
	Máximo	14.477	5.790.800	1.713.755	3,4	17,4	444.720
	Mínimo	2.872	1.148.800	1.530.477	0,7	3,4	98.648
	Amplitude Total	11.605	4.642.000	183.278	2,6	13,9	346.072
MÉDIA ORGÂNICO		7.325 a	2.930.333 a	1.598.512 b	1,81 a	8,79 a	229.644 b
MÉDIA CONVENCIONAL		8.500 a	3.400.000 a	3.990.032 a	0,85 b	10,20 a	391.180 a
Comparação Teste t	t-calculado	1,08	1,08	143,73	3,85	1,08	4,93
	G.L.	11	11	11	11	11	11
	t-tabelado 5%	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
		Não-Sig.	Não-Sig.	Sig.	Sig.	Não-Sig.	Sig.

Continua...

Tabela 2A, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Sementes (%)	Composto (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Abóbora	1	25,4	24,0	7,6	11,5	22,4	5,7	3,4
Abóbora	2	25,7	24,3	7,7	11,6	22,7	5,0	3,0
Abóbora	3	26,5	25,1	7,9	12,1	23,4	3,3	1,7
Abóbora	4	26,6	25,2	7,8	12,0	23,6	3,0	1,8
Abóbora	5	24,9	23,5	8,1	11,2	22,1	4,4	5,8
Abóbora	6	24,3	22,9	7,9	11,0	21,5	5,8	6,6
Abóbora	7	25,6	24,2	8,0	11,6	22,6	3,4	4,6
Abóbora	8	23,8	22,5	7,9	10,7	21,1	6,6	7,4
Abóbora	9	26,5	25,0	7,8	11,9	23,3	3,1	2,4
Abóbora	10	26,3	24,8	7,8	11,9	23,2	3,3	2,7
Abóbora	11	25,2	23,7	7,8	11,3	22,3	4,9	4,8
Abóbora	12	25,8	24,4	7,7	11,6	22,8	4,1	3,6
MÉDIA ORGÂNICO	Média Aritmética	25,6	24,1	7,8	11,5	22,6	4,4	4,0
	Mediana	25,7	24,3	7,8	11,6	22,7	4,3	3,5
	Desvio Padrão	0,89	0,86	0,14	0,42	0,76	1,22	1,87
	Coef. Variação (%)	3,5	3,6	1,7	3,7	3,4	27,7	46,9
	Máximo	26,6	25,2	8,1	12,1	23,6	6,6	7,4
	Mínimo	23,8	22,5	7,6	10,7	21,1	3,0	1,7
	Amplitude Total	2,8	2,7	0,5	1,4	2,5	3,6	5,7

Tabela 2B – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura do **ALHO** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanco energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo Proteico (C/A)
Alho	1	2.328	3.119.520	3.879.012	0,80	12,34	314.385
Alho	2	4.172	5.590.480	4.197.400	1,33	22,11	189.828
Alho	3	1.450	1.943.000	3.744.566	0,52	7,69	487.256
Alho	4	3.527	4.726.180	4.131.244	1,14	18,69	221.004
Alho	5	3.151	4.222.340	4.027.535	1,05	16,70	241.165
Alho	6	3.185	4.267.900	4.032.874	1,06	16,88	238.907
Alho	7	6.323	8.472.820	4.571.048	1,85	33,51	136.401
Alho	8	8.764	11.743.760	4.981.689	2,36	46,45	107.250
Alho	9	5.686	7.619.240	4.473.283	1,70	30,14	148.438
Alho	10	10.455	14.009.700	5.286.130	2,65	55,41	95.398
Alho	11	9.450	12.663.000	5.108.566	2,48	50,09	101.998
Alho	12	7.430	9.956.200	4.758.910	2,09	39,38	120.849
Alho	13	9.910	13.279.400	5.202.854	2,55	52,52	99.059
Alho	14	9.600	12.864.000	5.155.486	2,50	50,88	101.326
MÉDIA/Alho	Média Aritmética	6.102	8.176.967	4.539.328	1,72	32,34	185.947
	Mediana	6.005	8.046.030	4.522.166	1,78	31,82	142.419
	Desvio Padrão	3.155	4.228.043	542.109	0,73	16,72	110.465
	Coef. Variação (%)	51,7	51,7	11,9	42,5	51,71	59,4
	Máximo	10.455	14.009.700	5.286.130	2,65	55,41	487.256
	Mínimo	1.450	1.943.000	3.744.566	0,52	7,69	95.398
	Amplitude Total	9.005	12.066.700	1.541.564	2,13	47,73	391.859
MÉDIA ORGÂNICO		6.102 a	8.176.967 a	4.539.328 b	1,72 a	32,34 a	185.947 a
MÉDIA CONVENCIONAL		6.350 a	8.509.000 a	7.083.441 a	1,20 b	33,65 a	210.503 a
Comparação Teste t	t-calculado	0,29	0,29	17,56	2,66	0,29	0,83
	G.L.	13	13	13	13	13	13
	t-tabelado 5% (G.L.)	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
		Não-Sig.	Não-Sig.	Sig.	Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.

Continua...

Tabela 2B, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Sementes (%)	Composto (%)	Calda bordalesa (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Alho	1	29,8	19,9	3,1	19,3	4,7	14,1	8,6	0,5
Alho	2	27,3	18,4	2,9	18,7	4,4	13,1	14,3	0,9
Alho	3	30,8	20,6	3,2	20,0	4,9	14,6	5,6	0,3
Alho	4	27,9	18,7	2,9	19,0	4,5	13,3	13,0	0,7
Alho	5	28,6	19,1	3,0	19,1	4,6	13,7	11,2	0,7
Alho	6	28,6	19,1	3,0	19,1	4,6	13,5	11,4	0,7
Alho	7	25,2	16,9	2,7	18,1	4,1	12,0	19,8	1,2
Alho	8	23,1	15,5	2,4	17,4	3,8	11,0	25,3	1,5
Alho	9	25,8	17,2	2,7	18,5	4,1	12,2	18,4	1,1
Alho	10	21,8	14,6	2,3	17,3	3,5	10,4	28,4	1,7
Alho	11	22,5	15,1	2,4	17,4	3,6	10,8	26,6	1,6
Alho	12	24,2	16,2	2,5	17,8	3,8	11,5	22,6	1,4
Alho	13	22,1	14,8	2,3	17,5	3,5	10,6	27,5	1,7
Alho	14	22,3	15,0	2,3	17,7	3,5	10,7	26,9	1,6
MÉDIA/Alho	Média Aritmética	25,7	17,2	2,7	18,4	4,1	12,3	18,5	1,1
	Mediana	25,50	17,05	2,70	18,30	4,10	12,10	19,10	1,15
	Desvio Padrão	3,12	2,07	0,32	0,87	0,50	1,45	7,82	0,48
	Coef. Variação (%)	12,1	12,0	12,1	4,7	12,2	11,8	42,2	43,1
	Máximo	30,8	20,6	3,2	20,0	4,9	14,6	28,4	1,7
	Mínimo	21,8	14,6	2,3	17,3	3,5	10,4	5,6	0,3
	Amplitude Total	9,0	6,0	0,9	2,7	1,4	4,2	22,8	1,4

Tabela 2C – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura da **BATATA** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanco energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo Proteico (C/A)
Batata	1	7.993	6.274.505	4.051.404	1,55	14,39	281.543
Batata	2	13.161	10.331.385	4.584.183	2,25	23,69	193.507
Batata	3	30.857	24.222.745	6.398.908	3,79	55,54	115.213
Batata	4	7.274	5.710.090	3.980.277	1,43	13,09	304.070
Batata	5	14.497	11.380.145	4.728.740	2,41	26,09	181.247
Batata	6	19.029	14.937.765	5.188.418	2,88	34,25	151.487
Batata	7	35.348	27.748.180	6.842.528	4,06	63,63	107.536
Batata	8	27.450	21.548.250	6.040.026	3,57	49,41	122.243
MÉDIA/Batata	Média Aritmética	19.451	15.269.133	5.226.811	2,74	35,01	182.106
	Mediana	16.763	13.158.955	4.958.579	2,65	30,17	166.367
	Desvio Padrão	10.628	8.342.791	1.085.200	1,00	19,13	75072
	Coef. Variação (%)	54,6	54,6	20,8	36,6	54,6	41,2
	Máximo	35.348	27.748.180	6.842.528	4,06	63,63	304.070
	Mínimo	7.274	5.710.090	3.980.277	1,43	13,09	107.536
	Amplitude Total	28.074	22.038.090	2862251	2,63	50,54	196.534
MÉDIA ORGÂNICO		19.451 a	15.269.133 a	5.226.811 b	2,74 a	35,01 a	182.106 a
MÉDIA CONVENCIONAL		25.000 a	19.625.000 a	9.918.136 a	1,98 a	45,00 a	220.403 a
Comparação Teste t	t-calculado	1,48	1,48	12,23	2,16	1,48	1,44
	G.L.	7	7	7	7	7	7
	t-tabelado 5%	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36
		Não-Sig.	Não-Sig.	Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.

Continua...

Tabela 2C, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Sementes (%)	Composto (%)	Calda bordalesa (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Batata	1	23,8	19,0	3,8	12,2	4,5	17,2	17,8	1,7
Batata	2	21,1	16,8	3,3	11,3	4,0	15,2	25,8	2,5
Batata	3	15,1	12,0	2,4	9,1	2,9	10,9	43,4	4,2
Batata	4	24,3	19,4	3,8	12,4	4,6	17,5	16,4	1,6
Batata	5	20,4	16,3	3,2	11,2	3,9	14,7	27,6	2,7
Batata	6	18,6	14,9	2,9	10,4	3,5	13,4	33,0	3,3
Batata	7	14,1	11,3	2,2	8,6	2,7	10,1	46,5	4,5
Batata	8	16,0	12,8	2,5	9,3	3,0	11,5	40,9	4,0
MÉDIA/Batata	Média Aritmética	19,2	15,3	3,0	10,6	3,6	13,8	31,4	3,1
	Mediana	19,5	15,6	3,1	10,8	3,7	14,05	30,3	3,0
	Desvio Padrão	3,88	3,09	0,62	1,45	0,73	2,82	11,47	1,12
	Coef. Variação (%)	20,3	20,2	20,5	13,7	20,0	20,4	36,5	36,5
	Máximo	24,3	19,4	3,8	12,4	4,6	17,5	46,5	4,5
	Mínimo	14,1	11,3	2,2	8,6	2,7	10,1	16,4	1,6
	Amplitude Total	10,2	8,1	1,6	3,8	1,9	7,4	30,1	2,9

Tabela 2D – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura da **BATATA-BAROA** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanco energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo proteico (A/C)
Batata-baroa	1	9.034	11.292.500	3.094.926	3,65	13,55	228.408
Batata-baroa	2	34.946	43.682.500	7.150.392	6,11	52,42	136.406
Batata-baroa	3	8.156	10.195.000	2.960.480	3,44	12,23	242.067
Batata-baroa	4	11.695	14.618.750	3.528.583	4,14	17,54	201.173
Batata-baroa	5	14.439	18.048.750	3.948.020	4,57	21,66	182.272
Batata-baroa	6	17.823	22.278.750	4.477.629	4,98	26,73	167.513
Batata-baroa	7	15.833	19.853.750	4.197.557	4,76	23,75	176.739
Batata-baroa	8	4.773	5.996.250	2.446.389	2,44	7,16	341.674
Batata-baroa	9	21.497	26.871.250	5.053.241	5,32	32,25	156.690
MÉDIA/Batata-baroa	Média Aritmética	15.355	19.204.167	4.095.246	4,38	23,03	203.660
	Mediana	14.439	18.048.750	3.948.020	4,57	21,66	182.272
	Desvio Padrão	8.985	11.227.297	1.403.487	1,10	13,48	61.603
	Coef. Variação (%)	58,5	58,5	34,3	25,1	58,5	30,2
	Máximo	34.946	43.682.500	7.150.392	6,11	52,42	341.674
	Mínimo	4.773	5.996.250	2.446.389	2,44	7,16	136.406
	Amplitude Total	30.173	37.686.250	4.704.003	3,67	45,26	205.269
MÉDIA ORGÂNICO		15.355 a	19.204.167 a	4.095.246 a	4,38 a	23,03 a	203.660 a
MÉDIA CONVENCIONAL		15.000 a	18.750.000 a	3.625.512 a	5,17 a	22,50 a	161.134 a
Comparação Teste t	t-calculado	0,12	0,12	1,00	2,17	0,12	2,07
	G.L.	8	8	8	8	8	8
	t-tabelado 5%	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31
		Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.

Continua...

Tabela 2D, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Mudas (%)	Composto (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Batata-baroa	1	1,2	16,6	15,3	5,9	16,4	42,1	2,5
Batata-baroa	2	0,5	7,2	8,0	2,6	7,1	70,3	4,3
Batata-baroa	3	1,2	17,4	16,0	6,2	17,1	39,7	2,4
Batata-baroa	4	1,0	14,6	14,2	5,2	14,4	47,7	2,9
Batata-baroa	5	0,9	13,0	12,7	4,6	12,9	52,7	3,2
Batata-baroa	6	0,8	11,5	11,4	4,1	11,4	57,3	3,5
Batata-baroa	7	0,9	12,3	12,3	4,4	12,2	54,6	3,3
Batata-baroa	8	1,5	21,1	19,4	7,5	20,7	28,1	1,7
Batata-baroa	9	0,7	10,2	10,4	3,6	10,1	61,3	3,7
MÉDIA/Batata-baroa	Média Aritmética	1,0	13,8	13,3	4,9	13,6	50,4	3,1
	Mediana	0,9	13,0	12,7	4,6	12,9	52,7	3,2
	Desvio Padrão	0,30	4,17	3,37	1,48	4,08	12,62	0,78
	Coef. Variação (%)	31,0	30,3	25,3	30,2	30,0	25,0	25,5
	Máximo	1,5	21,1	19,4	7,5	20,7	70,3	4,3
	Mínimo	0,5	7,2	8,0	2,6	7,1	28,1	1,7
	Amplitude Total	1,0	13,9	11,4	4,9	13,6	42,2	2,6

Tabela 2E – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura da **BATATA-DOCE** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanco energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo proteico (A/C)
Batata-doce	1	15.118	18.973.090	3.209.717	5,91	19,80	162.107
Batata-doce	2	11.288	14.166.440	2.809.813	5,04	14,79	189.981
Batata-doce	3	11.500	14.432.500	2.828.179	5,10	15,06	187.794
Batata-doce	4	33.854	42.486.770	5.117.594	8,30	44,35	115.391
Batata-doce	5	17.903	22.468.265	3.534.525	6,36	23,45	150.726
Batata-doce	6	27.758	34.836.920	4.486.449	7,76	36,36	123.390
Batata-doce	7	23.524	29.522.620	4.102.990	7,20	30,82	133.128
Batata-doce	8	41.838	52.506.690	5.936.353	8,84	54,81	108.308
Batata-doce	9	26.988	33.869.940	4.410.373	7,68	35,35	124.763
Batata-doce	10	37.319	46.835.345	5.462.786	8,57	48,89	111.736
Batata-doce	11	16.429	20.618.395	3.332.854	6,19	21,52	154.872
Batata-doce	12	10.342	12.979.210	2.713.589	4,78	13,55	200.265
Batata-doce	13	7.323	9.190.365	2.403.421	3,82	9,59	250.617
MÉDIA/Batata-doce	Média Aritmética	21.630	27.145.119	3.872.973	6,58	28,33	154.852
	Mediana	17.903	22.468.265	3.534.525	6,36	23,45	150.726
	Desvio Padrão	11.176	14.025.798	1.141.053	1,61	14,64	42.399
	Coef. Variação (%)	51,7	51,7	29,5	24,4	51,7	27,4
	Máximo	41.838	52.506.690	5.936.353	8,84	54,81	250.617
	Mínimo	7.323	9.190.365	2.403.421	3,82	9,59	108.308
	Amplitude Total	34.515	43.316.325	3.532.932	5,02	45,22	142.310
MÉDIA ORGÂNICO		21.630 a	27.145.119 a	3.872.973 a	6,58 a	28,33 a	154.852 a
MÉDIA CONVENCIONAL		18.000 a	22.590.000 a	3.500.164 a	6,45 a	23,58 a	148.438 a
Comparação Teste t	t-calculado	1,17	1,17	1,18	0,29	1,17	0,55
	G.L.	12	12	12	12	12	12
	t-tabelado 5%	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18
		Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.

Continua...

Tabela 2E, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Mudas (%)	Composto (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Batata-doce	1	1,6	24,1	11,7	6,0	9,8	42,7	4,1
Batata-doce	2	1,9	27,4	12,9	6,9	11,2	36,2	3,5
Batata-doce	3	1,8	27,3	12,7	6,9	11,1	36,6	3,6
Batata-doce	4	1,0	15,1	8,6	3,8	6,2	59,5	5,8
Batata-doce	5	1,5	21,8	12,2	5,5	8,9	45,6	4,5
Batata-doce	6	1,2	17,2	9,2	4,3	7,0	55,7	5,4
Batata-doce	7	1,3	18,8	9,7	4,7	7,7	52,8	5,0
Batata-doce	8	0,9	13,0	7,9	3,3	5,3	63,4	6,2
Batata-doce	9	1,2	17,4	9,3	4,4	7,2	55,1	5,4
Batata-doce	10	1,0	14,1	8,1	3,6	5,8	61,4	6,0
Batata-doce	11	1,6	23,1	11,3	5,8	9,5	44,4	4,3
Batata-doce	12	1,9	28,4	13,2	7,1	11,6	34,4	3,4
Batata-doce	13	2,2	32,1	14,4	8,1	13,1	27,4	2,7
MÉDIA/Batata-doce	Média Aritmética	1,5	21,5	10,9	5,4	8,8	47,3	4,6
	Mediana	1,5	21,8	11,3	5,5	8,9	45,6	4,5
	Desvio Padrão	0,41	6,11	2,17	1,53	2,48	11,55	1,12
	Coef. Variação (%)	27,7	28,4	19,9	28,3	28,2	24,4	24,3
	Máximo	2,2	32,1	14,4	8,1	13,1	63,4	6,2
	Mínimo	0,9	13,0	7,9	3,3	5,3	27,4	2,7
	Amplitude Total	1,3	19,1	6,5	4,8	7,8	36,0	3,5

Tabela 2F – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura da **CENOURA** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanço energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo proteico (A/C)
Cenoura	1	22.725	11.362.500	5.932.401	1,92	27,27	217.543
Cenoura	2	21.971	10.985.500	5.817.046	1,89	26,37	220.593
Cenoura	3	36.450	18.225.000	8.088.381	2,25	43,74	184.920
Cenoura	4	14.894	7.447.000	4.689.168	1,59	17,87	262.404
Cenoura	5	18.480	9.240.000	5.256.565	1,76	22,18	236.996
Cenoura	6	12.569	6.284.500	4.326.708	1,45	15,08	286.917
Cenoura	7	15.650	7.825.000	4.797.341	1,63	18,78	255.449
Cenoura	8	27.250	13.625.000	6.638.421	2,05	32,70	203.010
Cenoura	9	53.064	26.532.000	10.730.344	2,47	63,68	168.504
Cenoura	10	30.803	15.401.500	7.201.207	2,14	36,96	194.838
Cenoura	11	20.680	10.340.000	5.619.925	1,84	24,82	226.427
Cenoura	12	24.236	12.118.000	6.163.138	1,97	29,08	211.937
Cenoura	13	10.145	5.072.500	3.960.977	1,28	12,17	325.471
Cenoura	14	27.170	13.585.000	6.628.397	2,05	32,60	203.325
Cenoura	15	9.870	4.935.000	3.914.157	1,26	11,84	330.588
Cenoura	16	13.400	6.700.000	4.453.541	1,50	16,08	276.962
Cenoura	17	40.737	20.368.500	8.762.947	2,32	48,88	179.275
MÉDIA/Cenoura	Média Aritmética	23.535	11.767.471	6.057.686	1,85	28,24	234.421
	Mediana	21.971	10.985.500	5.817.046	1,89	26,37	220.593
	Desvio Padrão	11.666	5.833.148	1.840.286	0,36	14,00	48.566
	Coef. Variação (%)	49,6	49,6	30,4	19,3	49,6	20,7
	Máximo	53.064	26.532.000	10.730.344	2,47	63,68	330.588
	Mínimo	9.870	4.935.000	3.914.157	1,26	11,84	168.504
	Amplitude Total	43.194	21.597.000	6.816.187	1,21	51,84	162.083
MÉDIA ORGÂNICO		23.535 a	11.767.471 a	6.057.686 a	1,85 b	28,24 a	234.421 a
MÉDIA CONVENCIONAL		28.000 a	14.000.000 a	6.036.456 a	2,32 a	33,60 a	179.656 b
Comparação Teste t	t-calculado (G.L=16)	1,58	1,58	0,05	5,49	1,58	4,65
	t-tabelado 5% (G.L=16)	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
		Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Sig.	Não-Sig.	Sig.

Continua...

Tabela 2F, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Sementes (%)	Composto (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Cenoura	1	8,2	13,0	9,0	3,3	8,0	55,1	3,4
Cenoura	2	8,3	13,3	9,2	3,3	8,1	54,5	3,3
Cenoura	3	6,0	9,5	7,4	2,4	5,9	64,8	4,0
Cenoura	4	10,3	16,4	10,5	4,1	10,1	45,8	2,8
Cenoura	5	9,2	14,7	9,7	3,7	9,0	50,6	3,1
Cenoura	6	11,2	17,8	11,2	4,5	10,9	41,9	2,5
Cenoura	7	10,1	16,0	10,1	4,0	9,9	47,0	2,9
Cenoura	8	7,3	11,6	8,3	2,9	7,1	59,2	3,6
Cenoura	9	4,5	7,2	6,5	1,8	4,4	71,2	4,4
Cenoura	10	6,7	10,7	7,9	2,7	6,6	61,6	3,8
Cenoura	11	8,6	13,7	9,6	3,4	8,4	53,1	3,2
Cenoura	12	7,8	12,5	8,7	3,1	7,7	56,7	3,5
Cenoura	13	12,2	19,5	12,3	4,9	11,9	36,9	2,3
Cenoura	14	7,3	11,6	8,4	2,9	7,1	59,1	3,6
Cenoura	15	12,4	19,7	12,4	5,0	12,1	36,2	2,2
Cenoura	16	10,9	17,3	10,9	4,3	10,6	43,4	2,6
Cenoura	17	5,5	8,8	7,0	2,2	5,4	67,0	4,1
MÉDIA/Cenoura	Média Aritmética	8,6	13,7	9,4	3,4	8,4	53,2	3,3
	Mediana	8,3	13,3	9,2	3,3	8,1	54,5	3,3
	Desvio Padrão	2,32	3,68	1,73	0,93	2,25	10,27	0,64
	Coef. Variação (%)	26,9	26,8	18,5	27,0	26,7	19,3	19,7
	Máximo	12,4	19,7	12,4	5,0	12,1	71,2	4,4
	Mínimo	4,5	7,2	6,5	1,8	4,4	36,2	2,2
	Amplitude Total	7,9	12,5	5,9	3,2	7,7	35,0	2,2

Tabela 2G – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura da **COUVE-FLOR** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanco energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo proteico (A/C)
Couve-flor	1	7.395	2.218.500	2.590.562	0,86	18,49	140.106
Couve-flor	2	4.835	1.450.500	2.749.334	0,53	12,09	227.406
Couve-flor	3	3.987	1.196.100	2.758.972	0,43	9,97	276.727
Couve-flor	4	19.304	5.791.200	3.623.061	1,60	48,26	75.074
Couve-flor	5	17.346	5.203.800	3.544.031	1,47	43,36	81.735
Couve-flor	6	15.605	4.681.500	3.652.710	1,28	39,01	93.635
Couve-flor	7	8.680	2.604.000	2.937.570	0,89	21,70	135.372
Couve-flor	8	13.691	4.107.300	3.556.367	1,15	34,23	103.896
Couve-flor	9	14.708	4.412.400	3.478.016	1,27	36,77	94.588
Couve-flor	10	18.228	5.468.400	3.703.592	1,48	45,57	81.273
Couve-flor	11	16.944	5.083.200	3.585.493	1,42	42,36	84.643
Couve-flor	12	23.508	7.052.400	3.720.856	1,90	58,77	63.312
MÉDIA/Couve-flor	Média Aritmética	13.686	4.105.775	3.325.047	1,19	34,22	121.481
	Mediana	15.157	4.546.950	3.550.199	1,28	37,89	94.112
	Desvio Padrão	6.138	1.841.450	429.622	0,44	15,34	65.892
	Coef. Variação (%)	44,9	44,9	12,9	36,8	44,8	54,2
	Máximo	23.508	7.052.400	3.720.856	1,90	58,77	276.727
	Mínimo	3.987	1.196.100	2.590.562	0,43	9,97	63.312
	Amplitude Total	19.521	5.856.300	1.130.294	1,46	48,80	213.415
MÉDIA ORGÂNICO		13.686 a	4.105.775 a	3.325.047 b	1,19 a	34,22 a	121.481 a
MÉDIA CONVENCIONAL		15.000 a	4.500.000 a	4.504.764 a	1,00 a	37,50 a	120.127 a
Comparação Teste t	t-calculado	0,74	0,74	9,51	1,50	0,74	0,07
	G.L.	11	11	11	11	11	11
	t-tabelado 5%	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
		Não-Sig.	Não-Sig.	Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.

Continua...

Tabela 2G, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Sementes (%)	Composto (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Couve-flor	1	2,3	29,8	9,9	7,1	18,3	30,1	2,5
Couve-flor	2	2,2	28,0	8,9	6,7	17,2	35,5	1,5
Couve-flor	3	2,2	27,9	8,9	6,7	17,1	35,9	1,3
Couve-flor	4	1,7	21,3	,8	5,1	13,1	46,1	4,7
Couve-flor	5	1,7	21,8	,8	5,2	13,3	45,7	4,3
Couve-flor	6	1,7	21,1	7,7	5,0	12,9	47,8	3,8
Couve-flor	7	2,1	26,2	8,7	6,3	16,1	38,0	2,6
Couve-flor	8	1,7	21,7	7,8	5,2	13,3	46,9	3,4
Couve-flor	9	1,7	22,2	7,9	5,3	13,6	45,6	3,7
Couve-flor	10	1,6	20,8	7,8	5,0	12,8	47,7	4,3
Couve-flor	11	1,7	21,5	7,9	5,1	13,2	46,4	4,2
Couve-flor	12	1,6	20,7	8,0	4,9	12,7	46,5	5,6
MÉDIA/Couve-flor	Média Aritmética	1,9	23,6	8,3	5,6	14,5	42,7	3,5
	Mediana	1,7	21,8	8,0	5,2	13,3	45,9	3,8
	Desvio Padrão	0,26	3,36	0,67	0,81	2,07	6,07	1,29
	Coef. Variação (%)	14,3	14,2	8,0	14,4	14,3	14,2	37,0
	Máximo	2,3	29,8	9,9	7,1	18,3	47,8	5,6
	Mínimo	1,6	20,7	7,7	4,9	12,7	30,1	1,3
	Amplitude Total	0,7	9,1	2,2	2,2	5,6	17,7	4,3

Tabela 2H – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura do **REPOLHO** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanco energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo proteico (A/C)
Repolho	1	25.760	6.440.000	2.678.040	2,40	36,06	74.266
Repolho	2	57.204	14.301.000	3.236.441	4,42	80,09	40.410
Repolho	3	71.598	17.899.500	3.593.896	4,98	100,24	35.853
Repolho	4	31.525	7.881.250	2.915.011	2,70	44,14	66.040
Repolho	5	71.285	17.821.250	3.627.365	4,91	99,80	36.346
Repolho	6	52.027	13.006.750	3.099.905	4,20	72,84	42.558
Repolho	7	50.656	12.664.000	3.375.610	3,75	70,92	47.597
Repolho	8	52.355	13.088.750	3.216.824	4,07	73,30	43.886
Repolho	9	65.670	16.417.500	3.601.330	4,56	91,94	39.170
Repolho	10	52.886	13.221.500	3.507.604	3,77	74,04	47.374
Repolho	11	62.657	15.664.250	3.537.540	4,43	87,72	40.328
Repolho	12	66.778	16.694.500	3.676.576	4,54	93,49	39.326
Repolho	13	51.545	12.886.250	3.263.021	3,95	72,16	45.219
Repolho	14	71.928	17.982.000	3.640.184	4,94	100,70	36.149
Repolho	15	45.924	11.481.000	3.309.267	3,47	64,29	51.474
MÉDIA/Repolho	Média Aritmética	55.320	13.829.967	3.351.908	4,07	77,45	45.733
	Mediana	52.886	13.221.500	3.375.610	4,20	74,04	42.558
	Desvio Padrão	13.839	3.459.790	292.062	0,77	19,38	11.015
	Coef. Variação (%)	25,0	25,0	8,7	18,8	25,0	24,1
	Máximo	71.928	17.982.000	3.676.576	4,98	100,70	74.266
	Mínimo	25.760	6.440.000	2.678.040	2,40	36,06	35.853
	Amplitude Total	46.168	11.542.000	998.536	2,58	64,64	38.413
MÉDIA ORGÂNICO		55.320 a	13.829.967 a	3.351.908 b	4,07 a	77,45 a	45.733 b
MÉDIA CONVENCIONAL		47.102 b	11.775.500 b	7.275.434 a	1,62 b	65,94 b	110.334 a
Comparação Teste t	t-calculado	2,30	2,30	52,03	12,40	2,30	22,71
	G.L.	14	14	14	14	14	14
	t-tabelado 5%	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.

Continua...

Tabela 2H, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Sementes (%)	Composto (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Repolho	1	15,2	28,7	10,3	6,9	17,7	12,7	8,5
Repolho	2	12,6	23,8	10,8	5,7	14,6	16,9	15,6
Repolho	3	11,4	21,4	10,4	5,1	13,2	21,0	17,5
Repolho	4	14,0	26,5	10,0	6,3	16,2	17,5	9,5
Repolho	5	11,3	21,2	10,3	5,1	13,0	21,8	17,3
Repolho	6	13,2	24,8	11,3	5,9	15,3	14,7	14,8
Repolho	7	12,1	22,8	9,8	5,5	14,0	22,6	13,2
Repolho	8	12,7	24,0	10,6	5,7	14,7	18,0	14,3
Repolho	9	11,3	21,4	10,4	5,1	13,1	22,7	16,0
Repolho	10	11,6	22,0	10,0	5,2	13,5	24,4	13,3
Repolho	11	11,6	21,8	10,6	5,2	13,4	21,8	15,6
Repolho	12	11,1	21,0	10,2	5,0	12,9	23,8	16,0
Repolho	13	12,5	23,7	10,2	5,6	14,5	19,6	13,9
Repolho	14	11,2	21,2	10,3	5,1	13,0	21,8	17,4
Repolho	15	12,3	23,3	9,8	5,6	14,3	22,5	12,2
MÉDIA/Repolho	Média Aritmética	12,3	23,2	10,3	5,5	14,2	20,1	14,3
	Mediana	12,1	22,8	10,3	5,5	14,0	21,8	14,8
	Desvio Padrão	1,16	2,20	0,39	0,53	1,36	3,44	2,70
	Coef. Variação (%)	9,5	9,5	3,8	9,6	9,6	171	18,8
	Máximo	15,2	28,7	11,3	6,9	17,7	24,4	17,5
	Mínimo	11,1	21,0	9,8	5,0	12,9	12,7	8,5
	Amplitude Total	4,1	7,7	1,5	1,9	4,8	11,7	9,0

Tabela 2I – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura do **TARO** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanço energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo proteico (A/C)
Taro	1	18.548	12.390.064	4.543.008	2,73	27.82	163.300
Taro	2	14.262	9.527.016	4.160.612	2,29	21.39	194.512
Taro	3	34.330	22.932.440	5.867.450	3,91	51.50	113.931
Taro	4	26.186	17.492.248	5.180.303	3,38	39.28	131.881
Taro	5	25.167	16.811.556	5.097.896	3,30	37.75	135.044
Taro	6	24.338	16.257.784	5.021.440	3,24	36.50	137.574
MÉDIA/Taro	Média Aritmética	23.805	15.901.851	4.978.452	3,14	35.71	146.040
	Mediana	24.753	16.534.670	5.059.668	3,27	37.13	136.309
	Desvio Padrão	6.889	4.601.825	584.063	0,56	10.34	28.536
	Coef. Variação (%)	28,9	28,9	11,7	17,9	28,9	19,5
	Máximo	34.330	22.932.440	5.867.450	3,91	51.50	194.512
	Mínimo	14.262	9.527.016	4.160.612	2,29	21.39	113.931
	Amplitude Total	20.068	13.405.424	1.706.838	1,62	30.11	80.581
MÉDIA ORGÂNICO		23.805 a	15.901.851 a	4.978.452 a	3,14 a	35.71 a	146.040 a
MÉDIA CONVENCIONAL		20.000 a	13.360.000 a	5.089.238 a	2,63 a	30.00 a	169.641 a
Comparação Teste t	t-calculado	1,35	1,35	0,46	2,25	1,35	2,03
	G.L.	5	5	5	5	5	5
	t-tabelado 5%	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57
		Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.	Não-Sig.

Continua...

Tabela 2I, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Mudas (%)	Composto (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Taro	1	30,6	11,3	9,9	4,0	11,2	29,4	3,6
Taro	2	33,3	12,4	10,0	4,4	12,2	24,7	3,0
Taro	3	23,7	8,8	8,5	3,1	8,6	42,2	5,1
Taro	4	26,8	9,9	9,1	3,6	9,8	36,4	4,4
Taro	5	27,2	10,1	9,2	3,6	10,0	35,6	4,3
Taro	6	27,6	10,2	9,4	3,7	10,1	34,7	4,3
MÉDIA/Taro	Média Aritmética	28,2	10,5	9,4	3,7	10,3	33,8	4,1
	Mediana	27,4	10,2	9,3	3,7	10,1	35,2	4,3
	Desvio Padrão	3,33	1,24	0,55	0,44	1,24	6,06	0,73
	Coef. Variação (%)	11,8	11,9	5,9	11,7	12,0	17,9	17,6
	Máximo	33,3	12,4	10,0	4,4	12,2	42,2	5,1
	Mínimo	23,7	8,8	8,5	3,1	8,6	24,7	3,0
	Amplitude Total	9,6	3,6	1,5	1,3	3,6	17,5	2,1

Tabela 2J – Base de dados e análises estatísticas realizadas para o desempenho produtivo e energético da cultura do **TOMATE** em sistema orgânico de produção. UFV: Viçosa, 2006

CULTURA	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanço energético (B/A)	Produção proteica (C)	Custo proteico (A/C)
Tomate	1	48.072	12.018.000	10.766.399	1,12	57,69	186625
Tomate	2	51.641	12.910.250	11.328.686	1,14	61,97	182809
Tomate	3	26.050	6.512.500	7.323.725	0,89	31,26	234284
Tomate	4	31.321	7.830.250	8.128.990	0,96	37,59	216254
Tomate	5	43.153	10.788.250	9.988.551	1,08	51,78	192904
Tomate	6	32.527	8.131.750	8.421.523	0,97	39,03	215771
Tomate	7	26.694	6.673.500	7.453.472	0,90	32,03	232703
Tomate	8	33.560	8.390.000	8.512.453	0,99	40,27	211384
Tomate	9	17.890	4.472.500	6.066.877	0,74	21,47	282575
MÉDIA/Tomate	Média Aritmética	34.545	8.636.333	8.665.631	0,97	41,45	217257
	Mediana	32.527	8.131.750	8.421.523	0,97	39,03	215771
	Desvio Padrão	11.045	2.761.311	1.719.368	0,13	13,25	30.722
	Coef. Variação (%)	32,0	32,0	19,8	13,0	32,0	14,1
	Máximo	51.641	12.910.250	11.328.686	1,14	62,0	282.575
	Mínimo	17.890	4.472.500	6.066.877	0,74	21,5	182.809
	Amplitude Total	33.751	8.437.750	5.261.809	0,40	40,5	99.765
MÉDIA ORGÂNICO		34.545 b	8.636.333 b	8.665.631 b	0,97 a	41,45 b	217.257 b
MÉDIA CONVENCIONAL		55.000 a	13.750.000 a	16.641.459 a	0,83 b	66,00 a	252.143 a
Comparação Teste t	t-calculado	5,56	5,56	13,92	3,51	5,56	3,41
	G.L.	8	8	8	8	8	8
	t-tabelado 5%	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.

Continua...

Tabela 2J, Cont.

CULTURA	REPETIÇÕES	Sementes (%)	Composto (%)	Caldas e insumos biológicos (%)	Outros Insumos (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Tomate	1	0,1	7,2	3,1	3,9	9,7	1,7	6,2	64,2	3,9
Tomate	2	0,1	6,8	2,9	3,7	9,4	1,6	5,9	65,6	4,0
Tomate	3	0,1	10,5	4,6	5,7	13,2	2,5	9,1	51,2	3,1
Tomate	4	0,1	9,5	4,1	5,1	11,9	2,3	8,2	55,4	3,4
Tomate	5	0,1	7,7	3,3	4,2	10,2	1,8	6,6	62,3	3,8
Tomate	6	0,1	9,2	4,0	4,9	12,8	2,2	7,9	55,5	3,4
Tomate	7	0,1	10,3	4,4	5,6	13,4	2,5	8,9	51,6	3,2
Tomate	8	0,1	9,1	3,9	4,9	11,8	2,2	7,8	56,7	3,5
Tomate	9	0,1	12,7	5,5	6,9	15,8	3,0	10,9	42,5	2,6
MÉDIA/Tomate	Média Aritmética	0,1	9,2	4,0	5,0	12,0	2,2	7,9	56,1	3,4
	Mediana	0,1	9,2	4,0	4,9	11,9	2,2	7,9	55,5	3,4
	Desvio Padrão	0,00	1,85	0,81	1,00	2,06	0,45	1,59	7,29	0,44
	Coef. Variação (%)	0,0	20,0	20,5	20,1	17,1	20,3	20,0	13,0	12,8
	Máximo	0,1	12,7	5,5	6,9	15,8	3,0	10,9	65,6	4,0
	Mínimo	0,1	6,8	2,9	3,7	9,4	1,6	5,9	42,5	2,6
	Amplitude Total	0,0	5,9	2,6	3,2	6,4	1,4	5,0	23,1	1,4

ANEXO 3

Base de dados e análises estatísticas das médias do sistema orgânico

Tabela 3A – Detalhamento dos dados médios para 1 ha do sistema orgânico e análises estatísticas aplicadas

ORGÂNICO	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanco (B/A)
Abóbora	1	7.326	2.930.333	1.598.512	1,81
Alho	2	6.102	8.176.967	4.539.328	1,72
Batata	3	19.451	15.269.133	5.226.811	2,74
Batata-baroa	4	15.355	19.204.167	4.095.246	4,38
Batata-doce	5	21.630	27.145.119	3.872.973	6,58
Cenoura	6	23.535	11.767.471	6.057.686	1,85
Couve-flor	7	13.686	4.105.775	3.325.047	1,19
Repolho	9	55.320	13.829.967	3.351.908	4,07
Taro	8	23.805	15.901.851	4.978.452	3,14
Tomate	10	34.545	8.636.333	8.665.631	0,97
	Média Aritmética	22.075	12.696.712	4.571.159	2,78
	Desvio Padrão	14.380	7.274.328	1.890.361	1,75
	C.V. (%)	65,1	57,3	41,4	62,9
	Máximo	55.320	27.145.119	8.665.631	6,58
	Mínimo	6.102	2.930.333	1.598.512	0,97
	Amplitude Total	49.218	24.214.786	7.067.119	5,61
CONVENCIONAL	REPETIÇÕES	Produtividade	Saída energia (B)	Entrada energia (A)	Balanco (B/A)
Abóbora	1	8.500	3.400.000	3.990.032	0,85
Alho	2	6.350	8.509.000	7.083.441	1,20
Batata	3	25.000	19.625.000	9.918.136	1,98
Batata-baroa	4	15.000	18.750.000	3.625.512	5,17
Batata-doce	5	18.000	22.590.000	3.500.164	6,45
Cenoura	6	28.000	14.000.000	6.036.456	2,32
Couve-flor	7	15.000	4.500.000	4.504.764	1,00
Repolho	9	47.102	11.775.500	7.275.434	1,62
Taro	8	20.000	13.360.000	5.089.238	2,63
Tomate	10	55.000	13.750.000	16.641.459	0,83
	Média Aritmética	23.795	13.025.950	6.766.464	1,93
	Desvio Padrão	15.906	6.295.369	4.007.108	1,92
	C. V. (%)	66,8	48,3	59,2	99,8
	Máximo	55000.0	22590000.0	16641459.0	6,45
	Mínimo	6350.0	3400000.0	3500164.0	0,83
	Amplitude Total	48650.0	19190000.0	13141295.0	5,63
Teste H max.	H-calculado	1,22	0,75	4,49	1,21
	H-tabelado (2;9)	4,03	4,03	4,03	4,03
		Iguais	Iguais	Diferentes	Iguais
	Var. comum	2.299 . 10 ⁹	4.627 . 10 ¹³	-	3.3734
MÉDIA ORGÂNICO		22.075 A	12.696.712 A	4.571.159 A	2,78 A
MÉDIA CONVENCIONAL		23.795 A	13.025.950 A	6.766.464 A	1,93 A
Teste 't' a 5%	t-calculado	0,25	0,11	1,57	1,04
	G.L.	18	18	16	18
	t-tabelado (5%)	2,10	2,10	2,12	2,10
		Não-sig.	Não-sig.	Não-sig.	Não-sig.

Continua...

Tabela 3A, Cont.

ORGÂNICO	REPETIÇÕES	Produção proteica (C)	Custo proteico (A/C)	Sementes/ Mudas (%)	Composto (%)	Caldas e insumos
Abóbora	1	8,79	229.644	25,6	24.1	0.0
Alho	2	32,34	185.947	25,7	17.2	2.7
Batata	3	35,01	182.106	19,2	15.3	3.0
Batata-baroa	4	23,03	203.660	1,0	13.8	0.0
Batata-doce	5	28,33	154.852	1,5	21.5	0.0
Cenoura	6	28,24	234.421	8,6	13.7	0.0
Couve-flor	7	34,22	121.481	1,9	23.6	0.0
Repolho	9	77,45	45.733	12,3	23.3	0.0
Taro	8	35,71	146.040	28,2	10.5	0.0
Tomate	10	41,45	217.257	0,1	9.2	4.0
	Média Aritmética	34,46	172.114	12,4	17.2	1.0
	Desvio Padrão	17,54	57.764	11,41	5.58	1.59
	C.V. (%)	50,9	33,6	91,9	32.4	164.4
	Máximo	77,45	234.421	28,2	24.1	4.0
	Mínimo	8,79	45.733	0,1	9.2	0.0
	Amplitude Total	68.66	188.688	28,1	14.9	4.0
CONVENCIONAL	REPETIÇÕES	Produção proteica (C)	Custo proteico (A/C)	Sementes/ Mudas (%)	Esterco galinha (%)	Nitrogênio (%)
Abóbora	1	10,20	391.180	10,3	3,0	34,3
Alho	2	33,65	210.503	16,3	4,2	19,0
Batata	3	45,00	220.403	9,7	0,0	28,7
Batata-baroa	4	22,50	161.134	1,0	4,1	0,0
Batata-doce	5	23,58	148.438	1,5	4,3	25,6
Cenoura	6	33,60	179.656	8,0	4,0	29,6
Couve-flor	7	37,50	120.127	1,3	4,0	49,6
Repolho	9	65,94	110.334	5,6	3,3	30,6
Taro	8	30,00	169.641	27,3	5,9	17,4
Tomate	10	66,00	252.143	2,0	1,8	35,7
	Média Aritmética	36,80	196.356	8,3	3,5	27,1
	Desvio Padrão	18,02	81.368	8,34	1,60	13,12
	C.V. (%)	49,0	41,4	100,5	46,4	48,5
	Máximo	66,00	391.180	27,3	5,9	49,6
	Mínimo	10,20	110.334	1,0	0,0	0,0
	Amplitude Total	55,80	280.846	26,3	5,9	49,6
Teste H max.	H-calculado	1,06	1,98	-	-	-
	H-tabelado (2;9)	4,03	4,03	-	-	-
		Iguais	Iguais	-	-	-
	Var. comum	316.2226	4978706109	-	-	-
MÉDIA ORGÂNICO		34,46 A	172.114 A	-	-	-
MÉDIA CONVENCIONAL		36,80 A	196.356 A	-	-	-
Teste 't' a 5%	t-calculado	0,29	0,77	-	-	-
	G.L.	18	18	-	-	-
	t-tabelado (5%)	2,10	2,10	-	-	-
		Não-sig.	Não-sig.	-	-	-

Continua...

Tabela 3A, Cont.

ORGÂNICO	REPETIÇÕES	Outros Insumos (%)	Serviços Manuais (%)	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)
Abóbora	1	0,0	7,8	11,5	22,6	4,4
Alho	2	0,0	18,4	4,1	12,3	18,5
Batata	3	0,0	10,6	3,6	13,8	31,4
Batata-baroa	4	0,0	13,3	4,9	13,6	50,3
Batata-doce	5	0,0	10,9	5,4	8,8	47,3
Cenoura	6	0,0	9,4	3,4	8,4	53,2
Couve-flor	7	0,0	8,3	5,6	14,5	42,6
Repolho	9	0,0	10,3	5,5	14,2	20,1
Taro	8	0,0	9,4	3,7	10,3	33,8
Tomate	10	5,0	12,0	2,2	7,9	56,2
	Média Aritmética	0,5	11,0	5,0	12,6	35,8
	Desvio Padrão	1,58	3,06	2,54	4,32	17,20
	C.V. (%)	316,2	27,7	50,8	34,2	48,1
	Máximo	5,0	18,4	11,5	22,6	56,2
	Mínimo	0,0	7,8	2,2	7,9	4,4
	Amplitude Total	5,0	10,6	9,3	14,7	51,8
CONVENCIONAL	REPETIÇÕES	Fósforo (%)	Potássio (%)	Pesticidas (%)	Outros insumos (%)	Serviços Manuais (%)
Abóbora	1	7,7	7,4	10,6	4,6	3,2
Alho	2	10,6	4,0	18,2	3,0	11,1
Batata	3	12,7	6,1	21,8	1,8	4,9
Batata-baroa	4	14,9	4,0	32,1	5,1	14,8
Batata-doce	5	15,4	5,5	4,8	5,3	9,8
Cenoura	6	19,9	6,4	4,9	3,1	7,6
Couve-flor	7	2,0	10,6	2,7	4,0	6,1
Repolho	9	16,5	6,6	5,0	2,5	5,1
Taro	8	10,6	3,7	0,0	3,6	7,7
Tomate	10	14,5	7,7	21,0	1,1	7,5
	Média Aritmética	12,5	6,2	12,1	3,4	7,8
	Desvio Padrão	5,05	2,10	10,56	1,38	3,40
	C.V. (%)	40,5	33,9	87,2	40,6	43,6
	Máximo	19,9	10,6	32,1	5,3	14,8
	Mínimo	2,0	3,7	0,0	1,1	3,2
	Amplitude Total	17,9	6,9	32,1	4,2	11,6

Continua...

Tabela 3A, Cont.

ORGÂNICO	REPETIÇÕES	Frete (%)	-	-	-
Abóbora	1	4,0	-	-	-
Alho	2	1,1	-	-	-
Batata	3	3,1	-	-	-
Batata-baroa	4	3,1	-	-	-
Batata-doce	5	4,6	-	-	-
Cenoura	6	3,3	-	-	-
Couve-flor	7	3,5	-	-	-
Repolho	9	14,3	-	-	-
Taro	8	4,1	-	-	-
Tomate	10	3,4	-	-	-
	Média Aritmética	4,5	-	-	-
	Desvio Padrão	3,58	-	-	-
	C.V. (%)	80,5	-	-	-
	Máximo	14,3	-	-	-
	Mínimo	1,1	-	-	-
	Amplitude Total	13,2	-	-	-
CONVENCIONAL	REPETIÇÕES	Serviços Mecânicos (%)	Irrigação (%)	Embalagem (%)	Frete (%)
Abóbora	1	4,6	9,0	3,4	1,9
Alho	2	2,6	7,8	2,4	0,8
Batata	3	1,9	7,0	3,2	2,2
Batata-baroa	4	5,1	14,0	1,3	3,6
Batata-doce	5	5,5	9,0	8,8	4,5
Cenoura	6	3,2	7,8	1,4	4,1
Couve-flor	7	4,1	10,6	2,1	2,9
Repolho	9	2,5	6,5	10,1	5,7
Taro	8	3,6	10,0	6,7	3,5
Tomate	10	0,8	4,0	1,0	2,9
	Média Aritmética	3,4	8,6	4,0	3,2
	Desvio Padrão	1,48	2,68	3,30	1,40
	C.V. (%)	43,7	31,3	81,6	43,6
	Máximo	5,5	14,0	10,1	5,7
	Mínimo	0,8	4,0	1,0	0,8
	Amplitude Total	4,7	10,0	9,1	4,9

ANEXO 4

Conversão de unidades de medidas de energia

Tabela 4A – Conversão de unidades de medidas de energia – adaptado de Ferraro Júnior (1999) e Ministério... (2005)

Medidas	BTU	Kcal	Joule	Hp	TEP	Kwh
1 BTU =	1	0,252	1.055	0,0004	$2,5 \times 10^{-8}$	0,00029
1 Kcal =	4	1	4.184	$5,0 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-7}$	$3,8 \times 10^{-7}$
1 Joule =	0,00095	0,000239	1	$3,7 \times 10^{-7}$	$2,39 \times 10^{-11}$	$2,8 \times 10^{-7}$
1 Hp =	2.500	640	2.700.000	1	-	0,77
1 TEP =	$4,0 \times 10^7$	$10,0 \times 10^6$	$41,84 \times 10^9$	-	1	$11,63 \times 10^3$
1 Kwh =	3.400	860	3.600.000	1,3	$8,6 \times 10^{-5}$	1

(K) Kilo = $\times 10^3$; (M) Mega = $\times 10^6$; (G) Giga = $\times 10^9$; (T) Tera = $\times 10^{12}$; (P) Peta = $\times 10^{15}$; (E) Exa = $\times 10^{18}$.