

ALISSON VINICIUS DE ARAUJO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E ANÁLISE ENERGÉTICA DE
VARIEDADES CRIOULAS E HÍBRIDOS CULTIVADOS EM
DIFERENTES SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE MANEJO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Agrárias do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Delacyr da Silva Brandão Junior

Araujo, Alisson Vinicius de.

A663d Desempenho agrônômico e análise energética de variedades crioulas e
2011 híbridos cultivados em diferentes sistemas tecnológicos de manejo/ Alisson
Vinicius de Araujo. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2011.

100 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

Orientador: Prof. Delacyr da Silva Brandão Junior.

Banca examinadora: Nelson Licínio Campos Oliveira, Márcia Martins, Fernando Colen, Delacyr da Silva Brandão Junior.

Inclui bibliografia: f. 87-99.

1. Semente crioula – análise energética. 2. *Puccinia polysora* Underw. *Zea mays* L.- Norte de Minas Gerais. 3. Agroecologia. I. Brandão Junior, Delacyr da Silva. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 631.53

ALISSON VINICIUS DE ARAUJO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E ANÁLISE ENERGÉTICA DE
VARIEDADES CRIOULAS E HÍBRIDOS CULTIVADOS EM DIFERENTES
SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE MANEJO**

Aprovado em 18 de fevereiro de 2011.

Prof. Nelson Licínio Campos Oliveira
(IFET/MG)

Prof.^a Márcia Martins
(ICA/UFMG)

Prof. Fernando Colen
Co-orientador (ICA/UFMG)

Prof. Delacyr da Silva Brandão Junior
Orientador (ICA/UFMG)

Montes Claros

2011

DEDICO

Ao meu pai, Luiz Gonzaga

À minha mãe, Neiva Araujo

À minha noiva, Izabel Cristina

À minha avó, Maria (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente, por tantas bênçãos derramadas em minha vida e por mais essa vitória;

À UFMG, em especial ao Instituto de Ciências Agrárias, pelo acolhimento na graduação e no mestrado;

Ao meu orientador Prof. Delacyr, por todas as oportunidades, pelos ensinamentos, amizade, confiança e pelos conselhos, que levarei pelo resto da minha vida;

Ao Prof. Fernando Colen, pelos ensinamentos, dedicação, estímulo e pela atenção dispensada ao meu trabalho. Exemplo de profissional e de ser humano!

Ao Prof. Cândido, pela contribuição ao trabalho, principalmente na fase de implantação e análise estatística;

À Profa. Goréte e ao Prof. Aldir (*in memoriam*) por terem me recebido na UFRRJ com tanta atenção e pela relevante contribuição;

À Profa. Nilza, pelo estímulo e amizade, desde os tempos da graduação;

Aos Professores José Otávio, Luis Arnaldo e Regynaldo Arruda pela contribuição técnica;

À professora Márcia e professor Nelson pelas correções e sugestões;

Às “Priscilas”, secretárias do mestrado, pelos auxílios e pela simpatia;

Ao grupo de pesquisa SEMENTEC, em especial a Bruna, a Alba e a Emuriela, pela colaboração nas execuções das atividades deste trabalho;

Aos colegas do mestrado, em especial a Thâmara, a Altina e o Antônio, pela amizade e pelos momentos de descontração;

Aos meus pais, Luiz e Neiva, à Tia Neuza, e aos meus sogros, Sr. Mazola e D. Zeca, pelo carinho e incentivo;

À minha noiva Izabel, pelo companheirismo, carinho, apoio, e por toda a ajuda durante a execução deste trabalho, enfrentando chuva, sol, poeira, lama... mas sem desanimar, ao meu lado, sempre me deu força.

À CAPES/PROCAD (213/2007) pelo auxílio financeiro na pesquisa pelo mestrado sanduíche na UFRRJ;

À CAPES/PROF pela concessão da bolsa de mestrado.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES CRIOULAS E HÍBRIDOS CULTIVADOS EM DIFERENTES SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE MANEJO

1 - Atributos químicos e texturais na profundidade 0-20cm do solo antes da implantação do experimento em cada nível tecnológico empregado.....	30
2 - Valores médios (%) da emergência de plantas em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	35
3 - Valores médios (%) da infestação de <i>Spodoptera frugiperda</i> nas plantas em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	36
4 - Valores médios, em dias, do período para o início do florescimento masculino em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	38
5 - Valores médios, em dias, do período para o início do florescimento feminino em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	39
6 - Valores médios, em dias, da sincronia dos florescimentos feminino e masculino em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	41
7 - Valores médios (%) da incidência de ferrugem polysora em plantas de milho cultivadas em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	44
8 - Valores médios da severidade de ferrugem polysora em plantas de milho cultivadas em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	45
9 - Valores médios (%) de plantas quebradas em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	47
10 - Valores médios (%) do acamamento das plantas de milho em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	49
11 - Valores médios (mm) do diâmetro do colmo das plantas em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	50

12 -	Valores médios, em metros, da altura das plantas em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	51
13 -	Valores médios, em metros, da altura da inserção da primeira espiga nas plantas em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	52
14 -	Valores médios do estande final de plantas por hectare em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	54
15 -	Valores médios da produtividade (kg ha^{-1}) em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	55

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE ENERGÉTICA DA CULTURA DO MILHO PROVENIENTE DE VARIEDADES CRIOLAS E HÍBRIDOS PRODUZIDO EM DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS DE MANEJO

1 -	Atributos químicos e texturais na profundidade 0-20 cm do solo antes da implantação do experimento em cada nível tecnológico empregado.....	67
2 -	Participação das operações do itinerário técnico no sistema sob baixo nível tecnológico.....	73
3 -	Estrutura dos dispêndios energéticos, por tipo, fonte e forma e energia bruta no sistema sob baixo nível tecnológico.....	73
4 -	Participação das operações do itinerário técnico no sistema sob médio nível tecnológico.....	74
5 -	Estrutura dos dispêndios energéticos, por tipo, fonte e forma e energia bruta no sistema sob médio nível tecnológico.....	75
6 -	Participação das operações do itinerário técnico no sistema sob alto nível tecnológico.....	76
7 -	Estrutura dos dispêndios energéticos, por tipo, fonte e forma e energia bruta no sistema sob alto nível tecnológico.....	78
8 -	Análise energética da produção de grãos de milho em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos	81
9 -	Valores médios, em Kg MJ^{-1} , da eficiência produtivo-energética na produção de grãos em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho.....	84

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1	A cultura do milho.....	11
2.1.1	Aspectos gerais da cultura.....	11
2.1.2	Fatores de produção.....	12
2.2	Níveis tecnológicos de manejo.....	16
2.3	Variedades crioulas e a biodiversidade.....	18
2.4	Análise energética na agricultura	20
2.4.1	Definições e classificações	20
2.4.2	Análise energética enquanto indicadora de sustentabilidade	21
3	OBJETIVO GERAL.....	24
	CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES CRIOULAS E HÍBRIDOS CULTIVADOS EM DIFERENTES SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE MANEJO.....	25
	RESUMO.....	25
	ABSTRACT.....	26
1	INTRODUÇÃO.....	27
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4	CONCLUSÃO.....	60
	CAPÍTULO 3 – ANÁLISE ENERGÉTICA DA CULTURA DO MILHO PROVENIENTE DE VARIEDADES CRIOULAS E HÍBRIDOS PRODUZIDO EM DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS DE MANEJO.....	61
	RESUMO.....	61
	ABSTRACT.....	62
1	INTRODUÇÃO.....	63
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	65
2.1	Análise energética.....	68
2.2	Coeficientes e conversão energética.....	69
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4	CONCLUSÃO.....	86

REFERÊNCIAS.....	87
ANEXO A Parecer do COEP	100

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura extremamente relevante para a economia brasileira, sendo observado em toda a extensão territorial do país, presente tanto no segmento patronal, quanto no segmento da agricultura familiar, servindo como matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais. Em âmbito mundial, as estimativas preveem uma estagnação na área cultivada, mas há projeções quanto ao aumento da produção sustentada por ganhos de produtividade (BRASIL, 2007).

No norte de Minas Gerais, o milho é uma das culturas mais difundidas, sendo comum verificar o uso de variedades crioulas, também chamadas de variedades locais. Essas variedades são importantes, por apresentarem elevado potencial de adaptação às condições ambientais específicas de cada local. Há que se destacar o sentido da autonomia e o controle do processo produtivo que variedades crioulas representam para os agricultores. Eles detêm a genética, realizam a experimentação, fazem a observação e a seleção, repassam a experiência e os conhecimentos acumulados aos demais agricultores. Assim, todo o processo está sob o seu domínio (MENEGUETTI *et al.*, 2002). A substituição das variedades tradicionais por materiais modernos, de alto rendimento, gera o processo denominado erosão genética, que é a perda de alelos importantes das variedades cultivadas. Além da perda de combinações genéticas, há, ainda, a ameaça ao conhecimento tradicional de cultivos peculiares (BOEF, 2007).

Na agricultura, há alguns paradigmas em relação às variedades crioulas. Como exemplo, é comum pregar-se que essas variedades só devem ser utilizadas por aqueles agricultores que não dispõem, em sua unidade de produção, de tecnologias agrícolas e que apenas os materiais melhorados são capazes de proporcionar maiores ganhos econômicos, por meio da utilização de técnicas mais bem elaboradas na lavoura.

A busca de um modelo de desenvolvimento sustentável e de sua consequente implantação já ocorre há algumas décadas, alicerçada na visão

crítica da organização da sociedade e impulsionada pelos diversos problemas de caráter ambiental e social, tais como: o aquecimento global, a ocorrência de grandes desastres ecológicos, a existência de grandes populações que vivem em condições de pobreza extrema e a má distribuição das riquezas (REIS *et al.*, 2005). O milho tem sido cultivado em diferentes propriedades agrícolas, sob diferentes sistemas de produção e sob diferentes indicadores de sustentabilidade. Torna-se importante analisar a eficiência energética como mais um indicativo da sustentabilidade ambiental, particularmente pelo uso de fluxos de energia não renovável. A utilização intensiva desse tipo de energia em sistemas agrícolas, segundo Bueno *et al.* (2010), propiciou saltos significativos na produção de alimentos e de matérias-primas, contribuiu para a redução do esforço do trabalho humano em diversas situações e promoveu um considerável aumento de renda no setor agrícola em geral. Por outro lado, surgiram os problemas complexos, que, isolados ou em cadeia, vêm transformando a existência humana.

O estudo do comportamento da cultura do milho, quanto aos fatores de produção, analisando genótipos provenientes de variedades crioulas e de cultivares comerciais produzidos sob diferentes sistemas tecnológicos de manejo, é uma ferramenta relevante para a tomada de decisões na condução da lavoura por agricultores e por técnicos, principalmente por possibilitar a identificação dos fatores limitantes. A análise energética desses sistemas de manejo na cultura do milho é um importante indicativo, sendo útil para subsidiar políticas agrícolas, tecnológicas e ambientais, buscando itinerários técnicos que favoreçam uma produção mais sustentável dessa cultura. Nesse contexto, esse tipo de investigação, da mesma forma, serve como base para outras pesquisas, principalmente frente à crescente preocupação mundial com a conservação dos recursos naturais e genéticos ainda existentes no planeta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho

2.1.1 Aspectos gerais da cultura

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família das Poáceas (gramíneas). É originário do centro-sul do México. O seu cultivo é atualmente difundido por todo o mundo, sendo observado desde o nível do mar até em altas altitudes, o que demonstra uma grande diversidade genética, devido a sua adaptação a esses ambientes distintos (GARCIA *et al.*, 2006).

O milho é uma das mais importantes fontes de alimento do mundo, em função de seu potencial produtivo, da composição química, do valor nutritivo e energético, fornecendo produtos muito utilizados na alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria (SCHONS, 2006).

O aumento do consumo principalmente de carne de aves por europeus e americanos, observado desde o final do século XX, impulsionou a produção mundial de milho (PRACUCHO, 2006). De 1990 a 2005, o consumo mundial desse cereal saltou de 475,83 para 680,24 milhões de toneladas, com um crescimento anual de 2,4% (BRASIL, 2007). Nesse período, o maior crescimento do consumo foi registrado nos Estados Unidos, devido à maior demanda na fabricação de ração e ao elevado consumo de álcool, produzido a partir desse cereal. A China, país em que houve o segundo maior consumo de milho, no mundo, em função do crescimento expressivo do rebanho animal, em especial o leiteiro, tem sido o principal demandador de milho. O Brasil figura na lista como o quinto país que mais registrou crescimento do consumo de milho, no mundo. Ao longo desses quinze anos, o consumo de milho, no Brasil, teve aumento da ordem de 14,20 milhões de toneladas, com a maior parte do produto sendo destinada à alimentação de animais, seja via produto *in natura* ou compondo rações, sendo a avicultura e a suinocultura as atividades que mais o consomem (BRASIL, 2007; IBGE. 2010).

Conforme dados do IBGE (2010), o milho está entre as três principais culturas agrícolas no país. Somada à cultura do arroz e da soja, juntos representaram 90,9% da produção de grãos e responderam por 83,5% da área colhida no ano de 2010. No que se refere à produção, o milho

apresentou acréscimo de 9,4% em relação ao ano de 2009. A produção nacional do milho em grão, obtida em 2010 totalizou 56,1 milhões de toneladas. O Paraná é o principal produtor nacional de milho em grão, com participação de 24,2% da produção, seguido pelo Mato Grosso, com participação de 14,6%. Minas Gerais segue em terceiro lugar, com uma produção de 6,06 milhões de toneladas, responsável por 10,8% da produção nacional. Para 2011, porém, as estimativas do IBGE (2010) indicam uma queda na produção nacional dessa cultura, prevendo menores rendimentos e menor área plantada, devido ao quadro desfavorável, decorrente da baixa cotação que o produto apresentou ao longo do ano de 2010, em face dos volumes estocados e ainda pelo elevado custo de produção. Por outro lado, as projeções realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007) apontam um crescimento na área plantada no país na safra 2014/2015, bem como nos EUA, na África do Sul e na Argentina. Em âmbito mundial, as estimativas apontam para uma estagnação na área cultivada, mas há projeções, quanto ao aumento da produção sustentada por ganhos de produtividade.

Em Minas Gerais, observa-se que o crescimento da produção é decorrente do aumento do rendimento, e não da área plantada, que, praticamente, estagnou ao redor de 1,3 milhões de hectares (GARCIA *et al.*, 2006). Segundo esses autores, a cultura do milho, no norte de Minas Gerais, apresenta produtividade reduzida, influenciada por sistemas de manejo, com baixa utilização de insumos, decorrentes da situação de risco de clima. Essa região é considerada polo de produção de ovos de galinha e importadora de milho de outras regiões do estado, principalmente do noroeste.

2.1.2 Fatores de produção

A máxima manifestação do potencial de rendimento na cultura do milho depende de condições favoráveis de ambiente e de manejo adequado do solo e da cultura. O potencial de rendimento reflete a expressão dos fatores que definem (CO₂, radiação solar e temperatura), limitam (água e nutrientes) ou reduzem (pragas, doenças e plantas espontâneas), e do nível de

intervenção do homem sobre os mesmos (EVANS, 1993, citado por FORSTHOFER *et al.*, 2006).

Normalmente, as áreas utilizadas pelos agricultores familiares apresentam alguma restrição ambiental, relacionada, principalmente, a problemas de fertilidade do solo, como a disponibilidade de fósforo (MACHADO *et al.*, 1999). Conforme esses autores, o uso de variedades crioulas nessas áreas é interessante, devido à eficácia no uso do adubo fosfatado e à sustentabilidade do sistema produtivo.

A deficiência hídrica é um fator relevante, quanto à perda de rendimento, tendo efeitos na diminuição do crescimento das plantas, com o consequente decréscimo da área foliar, reduzindo, amplamente, a fotossíntese da planta como um todo. Além da redução do tamanho das folhas, o estresse por falta de água causa o fechamento estomático, o qual ocasiona decréscimo na absorção de CO₂ (NONAMI *et al.*, 1997).

Temperaturas do solo inferiores a 10°C e superiores a 42°C prejudicam, sensivelmente, a germinação das sementes. Na fase adulta, temperaturas médias diárias inferiores a 19°C, bem como superiores a 32°C prejudicam o rendimento da cultura, dependendo do estágio fenológico da cultura (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Em conformidade com Matzenauer (2001), no Brasil, o arranjo mais comumente encontrado para o milho é o plantio em fileira simples. Historicamente, observa-se um aumento na população de plantas, por meio da redução no espaçamento entre linhas, que era de 1,20 m, nas décadas de 1930 e de 1940, passando para 1,00 m, na década de 1950, persistindo até a década de 1980, reduzindo para 0,90 e 0,70 m, na década de 1990. Alguns híbridos atuais suportam populações entre 60 e 70 mil plantas por hectare, em espaçamentos de até 0,45 m entre linhas (GALVÃO; MIRANDA, 2004). Em cultivares super precoces e precoces, tem-se maior produtividade em espaçamentos menores, especialmente em condições de alto nível tecnológico (MATZENAUER, 2001). Em condições de sequeiro, tem sido recomendada a densidade de plantio de 45.000 a 55.000 plantas ha⁻¹, com espaçamentos variáveis na linha entre 0,55 a 0,80 m (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

A cultura do milho é acometida por várias doenças. Algumas delas, anteriormente consideradas secundárias, tiveram expressivo aumento em sua incidência e severidade nas últimas décadas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). No Brasil, as doenças mais importantes, conforme Pinto *et al.* (2006), são: a mancha-branca (etiologia indefinida), as ferrugens causadas por *Puccinia sorghi* (ferrugem comum), *Puccinia polysora* (ferrugem polysora) e *Phytophthora zeae* (ferrugem branca ou tropical), a queima-de-turcicum (*Exserohilum turcicum*), a cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*), a mancha foliar por *Stenocarpella macrospora* (*Diplodia macrospora*), a antracnose foliar (*Colletotrichum graminicola*), o enfezamento pálido e o enfezamento vermelho, doenças causadas por fitoplasmas.

Vários fatores são considerados responsáveis pelo aumento do ataque de doenças à cultura do milho. Dentre eles, destacam-se o monocultivo, a ampliação da área cultivada, o aumento de cultivares comerciais, com diferentes níveis de resistências a doenças, os plantios consecutivos ao longo do ano, o manejo inadequado da irrigação e as práticas de plantios diretos sobre restos culturais de milho (PINTO, 2004).

Conforme Alves *et al.* (2001), as doenças são favorecidas pelo desequilíbrio fisiológico das plantas, o que leva à maior suscetibilidade das mesmas às doenças. Para esses autores, os adubos minerais solúveis, os herbicidas, os inseticidas e os fungicidas, quando são absorvidos pela planta, causam acúmulo de aminoácidos livres e açúcares redutores, os quais são prontamente absorvidos por organismos patogênicos. É nesse desequilíbrio nutricional que se baseia a Teoria da Trofobiose, criada por Chaboussou (1999), a qual considera que a planta apenas será atacada por uma praga ou patógeno, quando as suas substâncias nutritivas solúveis corresponderem às exigências nutricionais dos organismos patogênicos.

A adubação orgânica, aliada ao preparo do solo diferenciado e ao uso de variedades mais adaptadas aos locais de cultivo, pode gerar plantas de milho mais equilibradas fisiologicamente, deixando-as mais tolerantes aos ataques de pragas e de fitopatógenos (SANGOI *et al.*, 2000).

Outro fator considerado responsável pela queda da produtividade no milho é a proliferação de pragas, principalmente nos últimos anos, com o

cultivo de milho "safrinha", que oferece condições para a continuidade e o desenvolvimento dos insetos, devido à permanência da planta na área, praticamente durante todo o ano (FARIAS *et al.*, 2001).

Dentre as pragas que acometem a cultura do milho, destaca-se a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). No Brasil, a *S. frugiperda* é considerada a principal praga. Essa espécie se alimenta, de preferência, de folhas mais novas do milho, podendo destruir as folhas centrais em sua totalidade (GALLO *et al.*, 2002). Conforme esses autores, a lagartas mais jovens apenas raspam as folhas, mas, depois de desenvolvidas, conseguem fazer furos, até danificá-las completamente, destruindo o cartucho. Além disso, quando há um período de seca acentuado, fato muito comum no norte de Minas Gerais, a lagarta-do-cartucho pode danificar a espiga, em qualquer parte da mesma.

O emprego de plantas resistentes a insetos é considerado o método ideal de controle, pela possibilidade de permitir a manutenção da praga em níveis inferiores ao de dano econômico, sem causar prejuízos ao ambiente e sem ônus adicional ao agricultor (GALLO *et al.*, 2002).

Além dessa praga, segundo Cruz e Ciociola Junior (2006), o milho é hospedeiro de outras pragas da parte aérea, tais como: a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), a cigarrinha-do-milho (*Dalbus maidis*), o percevejo-barriga-verde (*Dichelops* spp.), o percevejo-verde (*Nezara viridula*) e as pragas subterrâneas, quais sejam: os cupins, o coró (*Cyclocephala* spp., *Diloboderus abderus* e *Phyllophaga* spp.), a larva-aramé (*Agriotes* sp., *Conoderus* sp. e *Melanotus* sp.), a larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*) e o percevejo castanho (*Scaptocoris castanea*). Essa cultura também é acometida por pragas de armazenamento, tais como: o caruncho do milho (*Sitophilus zeamais*) e a traça dos cereais (*Sitotroga cerealella*)

As plantas invasoras constituem grande problema para o milho. Conforme a espécie, a densidade e a distribuição da invasora, as perdas podem variar entre 10 a mais de 80% (SILVA *et al.*, 2004a). Além disso, segundo esses autores, as plantas invasoras podem reduzir a qualidade dos grãos, provocar maturação desuniforme, servir de hospedeiro a pragas e doenças e liberar toxinas prejudiciais ao desenvolvimento da cultura.

2.2 Níveis tecnológicos de manejo

O conceito de níveis de manejo ganha força a partir da década de 1960, quando o sistema FAO/Brasileiro, buscando inovar a classificação de aptidão agrícola do solo no país, passa a reconhecer que os problemas do solo não são considerados da mesma forma pelo segmento patronal e familiar da agricultura. Dentre os diversos parâmetros levados em consideração nesse sistema de classificação, os níveis de manejo são definidos, conforme o nível tecnológico nas práticas agrícolas, o capital empregado na lavoura e a força de trabalho desprendida. Segundo essa classificação, o nível de manejo “A” reflete o baixo nível tecnológico, onde praticamente não é aplicado capital e o trabalho é principalmente braçal, com utilização de implementos simples, muitas vezes de tração animal. O nível de manejo “B” representa o médio nível tecnológico, com modesta aplicação de capital e maior emprego de tração animal na força de trabalho. O nível “C” se refere à aplicação intensiva de capital na lavoura, onde as operações são mecanizadas em quase todas as suas fases (RESENDE *et al.*, 2002). Esses autores admitem que o sistema FAO/Brasileiro permite ajustamento a novos conhecimentos, inclusive adaptações regionais, sem perder a sua unidade.

Muitos institutos de pesquisa no Brasil vêm desenvolvendo cultivares de milho adaptadas aos vários níveis tecnológicos existentes na agropecuária do país, além de recomendarem práticas culturais em cada nível de manejo, visando a maximizar, técnica e economicamente o desempenho da cultura. No entanto, conforme Sangoi *et al.* (2003), as técnicas desenvolvidas não permitem realizar uma avaliação comparativa entre os níveis de manejo e a análise adequada do efeito do ambiente, aspecto importante, visto que esse fator possui grande influência sobre a resposta do milho aos tratamentos culturais utilizados e ao nível de investimento feito na lavoura.

Alguns trabalhos comprovaram que, quanto maior o investimento em práticas de manejo, maior será o rendimento de grãos da cultura do milho (FORSTHOFER *et al.*, 2006; SANGOI *et al.*, 2003). Porém, como salienta Pracucho (2006), essa forma de produção agrícola, frente à crescente elevação dos gastos energéticos, principalmente advinda de fontes não

renováveis, à elevação de custos de produção em geral e à redução dos preços agrícolas, pode resultar em cenários que comprometam a sustentabilidade da produção agrícola.

A cultura do milho é um dos segmentos da agricultura em que mais se notam insatisfações por parte dos agricultores, principalmente quanto à lucratividade. A relação lucro/custo dessa cultura, historicamente, não foi das mais altas e tende a diminuir, com a dependência dos modelos produtivos convencionais à aquisição dos pacotes tecnológicos. Como solução tem sido sugerido o cultivo de plantas rústicas e de baixo custo, que suportam baixo nível de investimento em insumos. Nesse tocante, destacam-se as variedades crioulas de milho, que, mesmo sendo menos produtivas que os cultivares comerciais em alguns casos, demonstram superioridade enquanto detentoras de variabilidade genética, resistência a inúmeros fatores limitantes, adaptação aos mais diversos ambientes, além de oferecerem maior autonomia ao agricultor (ARAÚJO; NASS, 2002; SCHONS, 2006).

Conforme Machado (1995), há uma polêmica quanto à melhor indicação para o agricultor em relação ao uso dos materiais genéticos. De acordo com Magnavaca e Parentoni (1990), cada material é indicado para determinada situação. Numa agricultura altamente tecnificada, com grande aplicação de insumos (adubos, inseticidas, herbicidas, etc.), com colheita mecânica e onde os níveis de produtividade têm que ser muito elevados para cobrir os custos de produção, que oneram o grupo de produtores empresariais, deve-se utilizar sementes de um cultivar híbrido. Já para o nível de produtividade normalmente considerado bom pelo agricultor brasileiro, que seria de 5.000 a 6.000 kg ha⁻¹ de grãos, há as chamadas variedades melhoradas, que seriam tão produtivas quanto os híbridos.

Silva *et al.* (2006), analisando o nível tecnológico e a geração de renda dos agricultores familiares que passaram a produzir milho híbrido no estado do Ceará, incentivados por programas governamentais, verificaram que houve incremento na renda dos mesmos. Contudo propõem que a distribuição das sementes de milho híbrido seja feita apenas a agricultores que estejam dispostos a usar as tecnologias recomendadas e que tenham maior grau de escolaridade. Não foi a intenção desses autores, mas

analisando esse aspecto sob a ótica da agricultura familiar, esse incremento no uso de híbridos poderá aumentar a exclusão social desse segmento naquele estado.

2.3 Variedades crioulas e a biodiversidade

A posse e o domínio das sementes representaram a mudança do ser humano, nos seus primórdios, de coletor e caçador para agricultor nômade. Nesse processo, o ser humano foi dominando técnicas de domesticação de espécies vegetais, selecionando e criando variedades mais adaptadas ao seu ambiente (BEVILAQUA; ANTUNES, 2008). Por meio desse processo de observação e de seleção, e, conforme interesses próprios e valores culturais específicos de cada local, os agricultores chegaram às variedades denominadas, de acordo com a região, de crioulas, locais, indígenas, tradicionais, caboclas, nativas, *landraces*, sementes da paixão, entre outras terminologias.

As culturas humanas que influenciaram a conformação das variedades crioulas ao longo de gerações encontram-se inscritas na constituição genética das mesmas (ALMEIDA, 2007). Os sistemas de cultivo, as formas de organização e as tecnologias de produção são diversos dentro dos diversos grupos e categorias de unidades agrícolas familiares. É essa diversidade que pode explicar por que muitos agricultores cultivaram, ao longo do tempo, essas variedades (MENEGUETTI *et al.*, 2002).

O processo de modernização da agricultura causou mudança significativa na prática dos agricultores. Esse processo iniciou-se a partir dos anos 1950, quando se formou um grande complexo agroindustrial, que passou a produzir, em larga escala, fertilizantes, agrotóxicos, máquinas e outros insumos. Os governantes passaram a incentivar a adoção dessas tecnologias, possibilitada pela concessão de crédito rural subsidiado. Mesmo levando em conta que essas tecnologias mobilizam elevados investimentos ou necessitam de grandes escalas de produção, excludentes ao agricultor familiar, verificou-se que essas passaram a ser adotadas nesse segmento da agricultura, em função do inegável aumento de produtividade proporcionado

num ambiente de crescente competitividade na agricultura mundial (MENEGUETTI *et al.*, 2002; PRACUCHO, 2006). Com isso, muitos agricultores perderam a tradição de produzir a própria semente, obrigando-se a comprar, anualmente, sementes provenientes de híbridos, juntamente com outros insumos necessários para que essas produzam satisfatoriamente.

É comum encontrar agricultores usando grãos colhidos de um híbrido das safras anteriores, como sementes. Magnavaca e Parentoni (1990) afirmaram que, normalmente, ocorre uma queda de produtividade de no mínimo 20%, devido à perda do vigor híbrido, também chamado de depressão por endogamia, o que concorre para o problema do baixo rendimento da cultura. Com as variedades, tal processo não ocorre, podendo o agricultor reutilizar a semente colhida sem nenhuma perda de rendimento. O uso de sementes de baixa qualidade tem se constituído num entrave para o aumento da produtividade das culturas normalmente utilizadas na agricultura familiar (BEVILAQUA; ANTUNES, 2008).

O padrão moderno de produção agrícola incorporou a ideia do uso de sementes melhoradas e fertilizantes de alta solubilidade, homogeneizando e simplificando os sistemas de cultivo. O conhecimento acumulado ao longo do tempo nas unidades familiares de produção teve a sua importância reduzida (MENEGUETTI *et al.*, 2002; PANTALEÃO; FREITAS SOBRINHO, 2007).

As variedades crioulas apresentam elevado potencial de adaptação às condições ambientais específicas de cada local. Há que se destacar o sentido da autonomia e o controle do processo produtivo que as sementes crioulas representam para os agricultores. (MENEGUETTI *et al.*, 2002). A substituição das variedades tradicionais por materiais modernos, de alto rendimento, gera o processo, denominado erosão genética, que é a perda de alelos importantes das variedades cultivadas. Além da perda de combinações genéticas, há, ainda, a ameaça ao conhecimento tradicional de cultivos peculiares (BOEF, 2007).

As variedades tradicionais proporcionam uma série de vantagens ao agricultor familiar. Pantaleão e Freitas Sobrinho (2007) destacam que a maior produção de palhada observada nessas variedades é um aspecto importante, principalmente na agricultura camponesa da região semiárida brasileira, onde

é comum a utilização desse material como subproduto na alimentação animal. Alguns autores, ao realizarem ensaios com diferentes genótipos de milho, admitem o potencial das variedades crioulas em relação às variedades comerciais e híbridos, com desempenho semelhante ou até mesmo superior a esses, principalmente em condições adversas de cultivo (MACHADO, 1995; MENEGUETTI *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2009).

As variedades crioulas, além de apresentarem elevada variabilidade genética, destacam-se por apresentarem adaptação a ambientes adversos de cultivo, como deficiência hídrica, escassez de nutrientes no solo, excesso de acidez ou alcalinidade, etc. (WEID; DANTAS, 1998). É possível encontrar, na literatura, outros trabalhos que mostram a capacidade de adaptação e produção dessas variedades em ambientes pouco favoráveis (BISOGNIN *et al.*, 1997; SPANER *et al.*, 1997, citados por FERREIRA *et al.*, 2009).

A conservação das variedades crioulas, patrimônio cultural da humanidade, é a conservação da biodiversidade existente no planeta e a co-evolução de sistemas agrícolas (BEVILAQUA; ANTUNES, 2008).

2.4 Análise energética na agricultura

2.4.1 Definições e classificações

A avaliação da estabilidade de um agroecossistema é dada pelas “entradas” ou “*inputs*” de energia, associadas às suas “saídas” ou “*outputs*”, em forma de calor ou biomassa (BUENO, 2002). Segundo Hesles (1981), citado por Bueno (2002), a análise energética quantifica, de maneira estimada, a energia diretamente consumida e/ou indiretamente utilizada em pontos previamente estabelecidos de um determinado sistema produtivo, estabelecendo, assim, os limites de estudo.

Pelo fato da origem e da forma de utilização da energia nos agroecossistemas se apresentarem de maneira diferenciada, faz-se necessário classificá-la para possibilitar a realização das análises energéticas (BUENO, 2002). Malassis (1973), citado por Comitê (1993), classificou a energia em dois tipos: a energia do tipo direta, que constitui o somatório de todas as quantidades calóricas das fontes energéticas da forma como se

apresentam; e a energia do tipo indireta, que é o somatório das quantidades calóricas embutidas nas máquinas, nos implementos, nos equipamentos, nos insumos e nas construções, tendo em vista que, para atingir a forma empregada nos processos produtivos, há necessidade de utilização de outras quantidades calóricas de trabalho, de matéria-prima, de combustível e de transporte.

Carmo *et al.* (1988) categorizam as energias em três grupos, segundo a sua origem: biológica, fóssil e industrial. Dentro da energia biológica, há a energia humana, a animal, os resíduos de animais e da agroindústria e os materiais genéticos de propagação. No grupo de energia fóssil, incluem-se os produtos e subprodutos do petróleo, como os combustíveis, os lubrificantes, a graxa, os adubos químicos e os agrotóxicos. Por sua vez, a energia industrial envolve a energia elétrica, os tratores e os equipamentos agrícolas de tração mecânica e animal.

Mello (1986) considera que a análise energética pode ser melhor compreendida, quando se aceita a contabilização da radiação global como insumo e quantificador da eficiência do sistema de produção na captação da energia solar. Contudo, em face das dificuldades de obtenção de dados mais precisos a respeito da incidência de radiação solar nos sistemas de produção e sua consideração como fonte gratuita de energia, a maioria dos autores desconsidera essa contabilização (BUENO, 2002; CARMO *et al.*, 1988; COMITRE, 1993; PRACUCHO, 2006; QUESADA *et al.*, 1987; SILVEIRA, 2010).

2.4.2 Análise energética enquanto indicadora de sustentabilidade

A energia fóssil ajudou a humanidade a manipular a produção agrícola eficientemente, contribuindo diretamente para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Contudo a época da utilização do combustível fóssil, quando encarada ao longo de toda a história humana, será certamente curta (PIMENTEL; PIMENTEL, 1990). Assim, surge a preocupação com o gasto dessa energia. A escassez dos combustíveis fósseis começa a ameaçar a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola.

Como já foi mencionado, a agricultura, principalmente a partir da década de 1950, passou a ser altamente tecnificada. As técnicas utilizadas por significativa parcela de agricultores para a obtenção de alta produção passaram a ser função da maior quantidade de energia aplicada no sistema de manejo, energia essa proveniente do emprego maciço de combustíveis e de agroquímicos e da utilização de sementes melhoradas (BUENO, 2002; CARMO *et al.*, 1988).

Na agricultura convencional, o incremento energético tem sido bem maior do que o correspondente ganho na produção. Em outras palavras, produz-se mais, porém a custo de quantidades cada vez maiores de insumos com alto teor calórico e exploração de recursos naturais não renováveis. Emprega-se muita energia para um crescimento proporcionalmente menor de produtos (CARMO *et al.*, 1988).

A relação entre a energia acumulada nos alimentos produzidos e a energia fóssil acumulada nos insumos gastos para a produção (combustíveis, fertilizantes, fungicidas, herbicidas e inseticidas) constitui um instrumento para analisar o grau de sustentabilidade da agricultura, ou seja, a energia obtida tem de ser maior do que a consumida (SANTOS *et al.*, 2001). Conforme Carmo (1998), para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, é necessário que a mesma possua alta eficiência energética e recicle grande parte da energia introduzida e produzida. A relação entre as saídas e as entradas de energia é proposta como um modo mais inclusivo de se avaliar a sustentabilidade de um sistema agropecuário (FRIGO *et al.*, 2008), além de ser um instrumento para a elaboração de políticas que definam a quantidade de calorias e de proteínas no consumo interno, exportação ou na transformação em combustíveis, permitindo prever o nível de dependência do país nessa área (CARMO *et al.*, 1988).

Recentemente, tem-se buscado desenvolver formas alternativas de produção de menor impacto ambiental e menores custos. Atenção especial tem sido dada à agricultura familiar, com enfoque na menor mobilização adicional de capital em máquinas e equipamentos, sem, contudo, sobrecarregar o trabalho da mão de obra familiar e, ao mesmo tempo, valorizando a terra (PRACUCHO, 2006).

Considerando-se a crescente relevância que sistemas de produção agrícolas mais sustentáveis vêm adquirindo, torna-se importante analisar a eficiência energética e econômica como mais um indicativo da sustentabilidade ambiental, particularmente pelo uso de fluxos de energia não renovável, e a sustentabilidade econômica, condição para a permanência dos agricultores na atividade. O agricultor familiar que utiliza sistemas produtivos intensivos em insumos energéticos não renováveis está mais sujeito às conjunturas externas de mercados e às políticas econômicas que elevam os custos desse tipo de energia (PRACUCHO, 2006).

De acordo com Bueno (2002), para pensar em justiça social, especialmente em relação a abordagens que valorizam propostas de desenvolvimento sustentável, deve-se atentar para o fato da não reprodução do modelo produtivista, mas, ao contrário, tem-se que difundir práticas agrônômicas que envolvam menor dispêndio energético e menor impacto ambiental, permeando-se, com realismo, a produção agrícola familiar.

Prachucho (2006), analisando os preços determinados pelo mercado do milho e por conjunturas externas à unidade produtiva familiar, concluiu ser desfavorável ao agricultor que utiliza sistemas produtivos intensivos em insumos energéticos não renováveis, frisando que os sistemas eficientes energeticamente podem ser superiores do ponto de vista econômico.

Segundo Bueno (2002), há uma necessidade de ampliar as discussões teórico-práticas acerca das análises energéticas. Essa ampliação, conseqüentemente, aprimorará construções metodológicas e utilização de coeficientes energéticos que possibilitem, ainda que de forma relativa, correlações mais seguras. Contudo, dos debates estabelecidos nos últimos anos sobre a questão energética no país, pouca importância se tem dado ao balanço energético dos sistemas produtivos, sendo que considerações maiores têm sido feitas na busca de novas fontes a partir de culturas com alto potencial de produção calórica (CAMPOS *et al.*, 2004).

3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa foi estudar o desempenho agronômico e a análise energética do milho, em diferentes sistemas tecnológicos de manejo, a partir de variedades crioulas cultivadas no norte de Minas Gerais e de híbridos comercializados na região.

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES CRIOULAS E DE HÍBRIDOS CULTIVADOS EM DIFERENTES SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE MANEJO

RESUMO

As variedades crioulas promovem a autonomia e o controle do processo produtivo para os agricultores familiares. Porém, tem-se observado o abandono dessas variedades por esses agricultores, ao elevarem o nível tecnológico empregado na lavoura, até mesmo quando se utilizam técnicas mais acessíveis, acreditando-se que apenas os cultivares modernos apresentam retorno econômico que justifique a utilização dessas técnicas. Assim, o objetivo desta pesquisa foi verificar a influência de diferentes sistemas tecnológicos de manejo sobre os caracteres agronômicos de milho, provenientes de duas variedades crioulas cultivadas no norte de Minas Gerais (denominadas pelos agricultores de Argentino e de BR da Várzea) e de dois híbridos (um híbrido duplo cultivar SHS 4080 e um híbrido simples cultivar IAC 8333). O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso, no esquema fatorial 4x3 em faixas, onde o primeiro fator correspondeu a quatro genótipos de milho e o segundo, a três sistemas tecnológicos de manejo, com repetições. Os sistemas de manejo foram classificados como baixo, médio e alto nível tecnológico. Avaliaram-se a incidência de *Spodoptera frugiperda*, a precocidade e a sincronia do florescimento, a incidência e a severidade de fitodoenças, porcentagem de plantas acamadas e quebradas; o diâmetro do colmo, a altura da planta e a altura da inserção da espiga, o estande final e a produtividade. De maneira geral, as variedades crioulas foram capazes de responder ao incremento tecnológico, tanto quanto os cultivares modernos. Além da autonomia no processo produtivo de alimentos e da maior adaptação à realidade edafoclimática e cultural de cada região, as variedades crioulas também podem proporcionar maior retorno econômico. Práticas de manejo acessíveis, como a utilização de adubação orgânica e a aplicação de caldas caseiras para o controle de pragas, são capazes de maximizar a produção de grãos de milho. A variedade crioula BR da Várzea é um material promissor, por expressar o seu potencial produtivo em sistemas de manejo sob baixo, médio e alto níveis tecnológicos, configurando comportamento semelhante ao apresentado pelo híbrido duplo SHS 4080 e pelo híbrido simples IAC 8333, nas condições desta pesquisa.

Palavras-chave: Agroecologia. Norte de Minas Gerais. Produtividade. *Puccinia polysora* Underw. *Zea mays* L.

CHAPTER 2 - AGRONOMIC PERFORMANCE OF CREOLE VARIETIES AND OF HYBRIDS CULTIVATED IN DIFFERENT TECHNOLOGY SYSTEMS OF MANAGEMENT

ABSTRACT

The creole varieties promote the autonomy and the control of the production process for family farmers. However, there has been observed the abandon of these varieties by these farmers to raise the level of technology applied in farming, even when they use techniques more accessible, it is believed that only the modern cultivates present economic return that justify the use of these techniques. Thus, the aim of this research was to investigate the influence of different technology systems of management on agronomic traits of corn, from two creole varieties grown in north of Minas Gerais State (denominated by the farmers of Argentino and Lowland BR) and of two hybrids (a double hybrid cultivate SHS 4080 and a single hybrid cultivate IAC 8333). The statistical delineation was randomized blocks in factorial scheme 4x3 in bands where the first factor corresponded to four genotypes of corn and the second to three technology systems of management with repetitions. The management systems were classified as low, medium and high technological level. They were evaluated the incidence of *Spodoptera frugiperda*, the precocity and synchrony of flowering, the incidence and severity of phytodisease, percentage of broken and lodged plants; the stem diameter, plant height and height of tang insertion, the final booth and the productivity. In general, the creole varieties were able to respond the improved technology, as much as modern cultivars. Beyond the autonomy in the process of food production and of the largest adaptation to edaphoclimatic and cultural reality of each region, the creole varieties can also provide greater economic returns. Management practices available, as the use of organic manure and the application of homemade to the pest control, they are able to maximize production of corn. The creole varieties Lowland BR is a promising material for expressing its productive potential in management systems at low, medium and high technology levels, setting behavior similar to that presented by the double hybrid SHS 4080 and by the simple hybrid IAC 8333, in the conditions of this research.

Keywords: Agroecology. North of Minas Gerais. Productivity. *Puccinia polysora* Underw. *Zea mays* L.

1 INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura presente na maioria das unidades de produção familiares do Brasil, onde é produzido, principalmente, para a alimentação dos animais, além de representar uma importante fonte de renda e de alimento ao agricultor (SCHONS, 2006). Segundo dados da IBGE (2009), em 2006, 46% do valor bruto da produção de milho no Brasil advieram da participação dos estabelecimentos agropecuários familiares. No entanto, devido à elevação dos custos de produção evidenciada nos últimos anos, principalmente pela crescente dependência dos agricultores a insumos externos (sementes, adubos e agroquímicos), essa cultura vem perdendo a sua rentabilidade.

Por meio de um processo de observação e de seleção, e conforme preferências e valores culturais específicos de cada local, os agricultores chegaram às variedades denominadas crioulas. Há que se destacar o sentido da autonomia e o controle do processo produtivo que esses materiais representam para os agricultores familiares. A utilização de variedades crioulas demanda menores custos de produção e, por isso, o seu uso é bastante difundido em regiões onde é comum o emprego de baixa tecnologia. Essas variedades são portadoras de alta rusticidade e adaptam-se às condições adversas de solo e de clima e ao sistema de manejo empregado por agricultores familiares (MOREIRA *et al.*, 2002). Esses materiais detêm combinações alélicas importantes e a substituição desses por cultivares modernos, de alto rendimento, como tem acontecido desde a década de 1950, não apenas vem gerando o processo de erosão genética, como também ameaça o conhecimento tradicional de cultivos peculiares (BOEF, 2007).

Há alguns paradigmas em relação às variedades crioulas. É comum verificar o abandono desses materiais pelos agricultores, ao elevarem o nível tecnológico empregado na lavoura, até mesmo quando se utilizam técnicas mais acessíveis, tais como a adubação orgânica, o uso de implementos de tração animal ou a aplicação de caldas naturais para o controle de pragas,

acreditando-se que apenas os cultivares modernos apresentam retorno econômico que justifique a utilização dessas técnicas.

Alguns trabalhos comprovam que, quanto maior o investimento em práticas de manejo, maior será o rendimento de grãos da cultura do milho (SANGOI *et al.*, 2003; FORSTHOFER *et al.*, 2006). Porém, como destaca Pracucho (2006), essas técnicas de produção, frente à crescente elevação dos gastos energéticos, principalmente advinda de fontes não renováveis, à elevação de custos de produção em geral e à redução dos preços dos produtos, pode resultar em cenários que comprometam a sustentabilidade da produção agrícola.

A máxima manifestação do potencial de rendimento depende de condições favoráveis de ambiente e de manejo adequado do solo e da cultura. O potencial de rendimento reflete a expressão dos fatores que definem (CO_2 , radiação solar e temperatura), limitam (água e nutrientes) ou reduzem (pragas, doenças e plantas espontâneas), e do nível de intervenção do homem sobre os mesmos (EVANS, 1993, citado por FORSTHOFER *et al.*, 2006). O estudo do comportamento das plantas e do potencial produtivo da cultura do milho, proveniente de variedades crioulas e de cultivares comerciais cultivados em ambientes diferenciados, sob diferentes sistemas de manejo, é uma ferramenta relevante para a tomada de decisões na condução da lavoura pelos agricultores e por técnicos, principalmente por possibilitar a identificação dos fatores limitantes.

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi verificar a influência de diferentes sistemas tecnológicos de manejo sobre os caracteres agrônômicos de milho, provenientes de variedades crioulas cultivadas no norte de Minas Gerais e de híbridos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de novembro de 2009 a abril de 2010, na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), em Montes Claros/MG (latitude 16°43'S, longitude 43°53'W e altitude 650 m), cuja temperatura média anual é de 24,2°C, região de clima Aw (tropical de savana, inverno seco e verão chuvoso) pelo sistema Köppen. Foram determinados os atributos da camada superficial (0-20 cm) do solo pertencente às faixas onde se implantaram os sistemas de manejo (TAB. 1).

O delineamento estatístico empregado foi em blocos ao acaso, no esquema fatorial 4x3 em faixas, onde o primeiro fator correspondeu a quatro genótipos de milho e o segundo, a três sistemas tecnológicos de manejo da cultura, utilizando-se três repetições. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 5m de comprimento, espaçadas em 0,80 m, sendo a parcela útil composta pelas duas linhas centrais, desprezando-se um metro em cada extremidade.

A semeadura foi realizada em sulcos, com cerca de 5cm de profundidade, manualmente. Após 21 dias, realizou-se o desbaste das plantas, ajustando-se a densidade de plantas para 62.500 plantas ha⁻¹, com 5 plantas m⁻¹.

Foram utilizadas duas variedades crioulas tradicionalmente cultivadas na região Norte de Minas Gerais, denominadas pelos agricultores de Argentino e de BR da Várzea, além de um híbrido duplo cultivar SHS 4080 e um híbrido simples cultivar IAC 8333.

A variedade Argentino, conforme descrição de Machado (1995), possui cor do endosperma amarelo, do tipo dentado, cuja raça de origem é o mexicano Tuxpeño. As sementes utilizadas nesta pesquisa foram doadas pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Porteirinha, município de Porteirinha, norte de Minas Gerais.

TABELA 1

Atributos químicos e texturais na profundidade 0-20cm do solo, antes da implantação do experimento em cada nível tecnológico empregado

Atributos do solo	Baixo nível tecnológico		Médio nível tecnológico		Alto nível tecnológico	
	Valor	Nível	Valor	Nível	Valor	Nível
pH em água	7,3	MA	7,3	MA	7,7	MA
P Mehlich (mg kg ⁻¹)	16,4	M	14,9	Bx	16,9	M
P remanescente (mg L ⁻¹)	24,0		24,7		26,0	
K (mg kg ⁻¹)	382	MB	894	MB	353	MB
Ca (cmolc dm ⁻³)	8,60	MB	7,40	MB	8,80	MB
Mg (cmolc dm ⁻³)	2,00	MB	2,00	MB	1,20	B
Al (cmolc dm ⁻³)	0,00	MBx	0,00	MBx	0,00	MBx
H+Al (cmolc dm ⁻³)	0,95	MBx	0,95	MBx	0,89	MBx
SB (cmolc dm ⁻³)	11,58	MB	11,69	MB	10,90	MB
t (cmolc dm ⁻³)	11,58	MB	11,69	MB	10,90	MB
m (%)	0	MBx	0	MBx	0	MBx
T (cmolc dm ⁻³)	12,53	B	12,65	B	11,80	B
V (%)	92	MB	92	MB	92	MB
Mat. Orgânica (dag kg ⁻¹)	3,23	M	3,08	M	3,23	M
Textura do solo	Média		Média		Média	

Nota: MBx = muito baixo; Bx = baixo; B = bom; M = médio; A = alto; MB = muito bom; MA = muito alto. As análises foram efetuadas no Laboratório de Análise de Solo, Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, Montes Claros-MG, 2010.

A variedade BR da Várzea é um material que vem sofrendo seleção massal, por um período superior a dez anos a partir da variedade BR 106. Esse processo de seleção é realizado por agricultores familiares dos municípios do entorno de Varzelândia, norte de Minas Gerais, de onde se originou o nome dado pelos agricultores. As sementes utilizadas nesta pesquisa foram doadas pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Varzelândia, município de Varzelândia, norte de Minas Gerais. O híbrido duplo utilizado foi o cultivar SHS 4080, de porte moderado e ciclo precoce, grão semiduro laranja, recomendado para médio e alto nível tecnológico, classe de sementes S1, produzido pela empresa Santa Helena Sementes, durante a safra 2009/2009.

O híbrido simples utilizado foi o cultivar IAC 8333, de porte baixo e ciclo precoce, grão semiduro alaranjado, recomendado para baixo a alto nível tecnológico, produzido por um produtor de sementes inscrito no RENASCEM (classe de sementes S2), durante a safra 2008/2008.

Os sistemas de manejo empregados na pesquisa foram classificados como baixo, médio e alto nível tecnológico, de acordo com o sistema FAO/Brasileiro.

No sistema classificado como baixo nível tecnológico, o solo foi preparado com arado de aiveca de tração animal e o controle de plantas espontâneas foi realizado, por meio de capina manual. Não foi aplicado nenhum insumo, bem como não houve controle de pragas. Apesar de inicialmente não ter sido planejado o suprimento artificial de água nesse sistema, fez-se necessária a irrigação, aplicada por microaspersão, devido ao longo período de estiagem acometido na região durante a condução do experimento. Contudo a irrigação foi suspensa quando grande parte das plantas havia iniciado o período de florescimento.

No sistema classificado como médio nível tecnológico, o solo foi preparado de forma convencional, com uma gradagem, por meio de uma grade niveladora de tração mecânica. De acordo com a análise química do solo (TAB. 1) e as exigências da cultura, aplicaram-se 7 kg de esterco bovino por metro linear. A quantidade do adubo foi calculada após a determinação do teor de umidade, por meio da média de 5 amostras submetidas à estufa com circulação de ar forçada a 65°C durante 72h e considerando-se a composição de 3,1% de N, 1,8% de P_2O_5 e 2,1% de K_2O (CFSEMG, 1999). Em cobertura, aplicaram-se, via solo, 10 litros m^{-1} de biofertilizante, proveniente de um biodigestor anaeróbio, contendo 0,76 g L^{-1} de N, 0,96 g L^{-1} de P_2O_5 e 1,32 g L^{-1} de K_2O . O controle de plantas espontâneas também foi realizado manualmente. Foi necessário realizar o controle de *Spodoptera frugiperda*, (JE Smith, 1797), com a aplicação de um inseticida à base de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), com concentração de 0,7%. A irrigação foi planejada e manejada da mesma forma que no sistema anterior.

No sistema classificado como alto nível tecnológico, o solo foi preparado de forma convencional, com uma aração profunda e duas

gradagens de tração mecânica. A adubação foi realizada com base no resultado da análise química do solo (TAB. 1) e de acordo com as exigências da cultura. Na ocasião do plantio, aplicaram-se 246,15 kg ha⁻¹ do formulado 4-30-10 e, em cobertura, 500 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio e 20 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. O controle de plantas espontâneas foi realizado, aplicando-se o equivalente a 5,57 L ha⁻¹ do herbicida atrazina. Para o controle de *Spodoptera frugiperda*, utilizou-se o equivalente a 0,096 L h⁻¹ do inseticida sintético triflumurom (480 g L⁻¹). A necessidade hídrica das plantas foi suprida, por meio da irrigação tipo microaspersão, desde o semeio até o período de enchimento dos grãos.

As plantas pertencentes à parcela útil foram avaliadas, quanto aos parâmetros a seguir: emergência, incidência de *Spodoptera frugiperda*, precocidade e sincronia do florescimento, plantas acamadas e quebradas, estande final e produtividade. Escolheram-se, aleatoriamente, dez plantas dentro da parcela útil, nas quais se avaliaram: incidência e severidade de fitodoenças, diâmetro do colmo, altura da planta e altura da inserção da primeira espiga.

A porcentagem de emergência foi determinada antes da operação de desbaste, aos 21 dias após a semeadura.

Computaram-se as plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda*, por meio da incidência de sintomas do ataque dessa praga e pela presença de fezes no cartucho. As avaliações foram realizadas 30 dias após a semeadura, antes da aplicação dos inseticidas nas plantas cultivadas sob médio e alto níveis tecnológicos. Os dados foram expressos em porcentagem de infestação.

A precocidade do florescimento foi avaliada em cada parcela, obtendo-se o número de dias necessários, a partir da semeadura, para a emissão de 50% da inflorescência masculina, computada quando o pendão tornou-se totalmente visível e 50% da inflorescência feminina, quando possível a detecção dos estigmas. O sincronismo do florescimento foi calculado por meio da diferença entre os florescimentos feminino e masculino, conforme metodologia realizada por Santos *et al.* (2003).

Para a incidência e a severidade das doenças, verificou-se a presença de sinais e/ou sintomas das mesmas em cada planta, as quais foram identificadas e quantificadas. As doenças sistêmicas, como o enfezamento, ou aquelas em que uma única infecção é suficiente para impedir a comercialização dos grãos, como é o caso do carvão do milho, foram quantificadas apenas por meio da incidência, determinada pela presença ou ausência dos sintomas (AMORIM, 1995). As doenças foliares, como é o caso das ferrugens, além de serem quantificadas por meio da incidência, foram também avaliadas, por meio da severidade, pois, conforme Amorim (1995), esse último parâmetro retrata melhor a intensidade dos sintomas. Para a avaliação da severidade, utilizou-se a escala diagramática para a cultura do milho, proposta por Azevedo (1997), a qual ordena os níveis dos sintomas de 0 a 5, onde: 0 = ausência de sintomas; 1 = 10% da área foliar atacada; 2 = 20% da área foliar atacada; 3 = 60% da área foliar atacada; 4 = 80% da área foliar atacada e 5 = 100% da área foliar atacada. As avaliações foram realizadas por três pessoas diferentes e os valores utilizados para a análise estatística resultaram da média desses avaliadores. As análises foram realizadas durante o período de enchimento dos grãos.

As plantas foram consideradas acamadas, quando o ângulo entre a base do colmo e o nível do solo foi inferior a 45° e quebradas, quando os colmos apresentaram ruptura significativa no tecido de sustentação abaixo da inserção da espiga, assim como proposto por Sangoi *et al.* (2001).

O diâmetro do colmo foi medido com um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm) na metade do primeiro entrenó expandido do mesmo. A altura da planta e da inserção da espiga foi determinada com o auxílio de uma fita métrica (precisão de 0,1 cm), medindo-se do nível do solo à base da inserção da folha bandeira e ao ponto de inserção da primeira espiga, respectivamente.

A produtividade, expressa em kg ha⁻¹, foi calculada a partir dos valores relativos à massa dos grãos, corrigida para 13% de umidade, conforme equação descrita por Santos *et al.* (2005):

$$MC = \frac{Mob(100-U)}{100-13}, \quad (1)$$

em que MC é a massa de grãos, corrigida para 13% de umidade; Mob é a massa observada e U é o grau de umidade da amostra original, determinada pelo método estufa 105±3°C, por 24 horas.

Os dados, quando expressos em porcentagem, foram previamente transformados em $\arcsin \sqrt{(x/100)}$; aqueles referentes à severidade de fitodoença e ao estande final, por sua vez, foram previamente transformados em $\sqrt{(x+0,5)}$. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito da interação entre os fatores genótipos de milho e sistemas tecnológicos de manejo para os parâmetros analisados, exceto para a porcentagem de plantas quebradas, indicando que o desempenho agrônômico das plantas, de modo geral, não foi afetado diferencialmente entre os genótipos pelos sistemas tecnológicos de manejo.

A porcentagem de emergência das plantas não foi afetada pelos sistemas tecnológicos de manejo, mas sofreu interferência dos genótipos. O híbrido simples apresentou a menor média, diferenciando-se estatisticamente dos demais (TAB. 2), apesar de o produtor das sementes utilizadas nesta pesquisa garantir os padrões mínimos de germinação (85%) e de pureza das sementes (98%), expressa na embalagem das mesmas.

TABELA 2

Valores médios (%) da emergência de plantas, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Baixo	Médio	Alto	
Híbrido duplo	82,50	90,83	81,67	85,00 A
BR da Várzea	80,00	79,17	82,56	80,56 A
Argentino	81,48	84,26	70,37	78,70 A
Híbrido simples	54,17	50,83	63,33	56,11 B
Médias de cada sistema	74,54 ^{ns}	76,27 ^{ns}	74,47 ^{ns}	
CV(%)	12,90			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo pelo Teste F.

O que pode ter influenciado esse resultado, foi o baixo vigor das sementes, pois, conforme Marcos Filho (2005), a queda no vigor, expressa em condições de campo, mesmo quando a germinação é elevada, influencia diretamente a emergência, o estabelecimento do estande e o desenvolvimento inicial das plantas. Ainda segundo esse autor, as consequências desse atributo pode se estender à uniformidade de desenvolvimento da cultura. Avaliando o comportamento de diferentes lotes de sementes de milho em campo, Andreoli *et al.* (2002) notaram que não apenas a emergência das plântulas e a população final foram afetadas expressivamente pela qualidade das sementes, como também influenciou a quantidade de espigas e a produção de grãos.

A infestação de *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) não foi influenciada pelos diferentes sistemas tecnológicos de manejo (TAB. 3).

TABELA 3

Valores médios (%) da infestação de *Spodoptera frugiperda* nas plantas, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo	
	Baixo	Médio	Alto		
Híbrido simples	72,56	70,79	67,26	71,21	A
Argentino	60,72	79,04	52,81	64,19	AB
Híbrido duplo	45,65	56,64	46,99	49,76	AB
BR da Várzea	41,34	50,44	44,53	45,44	B
Médias de cada sistema	55,07 ^{ns}	64,23 ^{ns}	52,90 ^{ns}		
CV(%)	19,58				

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo pelo Teste F.

Esse resultado é semelhante àquele obtido por Cividanes e Yamamoto (2002), após avaliarem a ocorrência de *S. frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Leptoglossus zonatus* em milho cultivado em sistemas de plantio direto e convencional, observando que o ataque dessas pragas não é influenciado pelo sistema de cultivo.

As plantas que recebem elevadas doses de adubos geralmente crescem mais rapidamente, produzem mais tecido foliar e tendem a apresentar alto teor de nutrientes nas folhas. Essas plantas, na maioria dos casos, têm concentrações mais baixas de compostos, que vêm da via secundária do metabolismo que estão envolvidos na resistência a pragas (HARTVIGSEN *et al.*, 1995, citados por BASTOS *et al.*, 2007). Conforme esses autores, a população de pragas respondem à adubação, aumentando as suas taxas de crescimento, o que leva a uma maior densidade de insetos em plantas adubadas em relação àquelas não adubadas, o que não foi evidenciado nos resultados obtidos nesta pesquisa. Bastos *et al.* (2007), ao estudarem o efeito do aumento do cálcio, do nitrogênio, do enxofre e do cobre na adubação de plantas de milho sobre a infestação de *S. frugiperda* e

de *Dalbulus maidis*, notaram que a população dessas pragas também aumentou, o que também contrasta com os dados expressos na TAB. 3.

Segundo a Teoria da Trofobiose (CHABOUSSOU, 1999), uma planta fica mais vulnerável ao ataque de pragas, quando os teores de substâncias solúveis correspondem às exigências da praga na forma de aminoácidos livres, açúcares e minerais solúveis, condições favorecidas pela inibição na proteossíntese ou pelo excesso na produção de aminoácidos. Conforme Chaboussou (1999), esse excesso pode ser devido ao uso intensivo de adubos nitrogenados, enquanto aquela inibição pode ser atribuída ao uso de agrotóxicos. Levando essa teoria em consideração, esperava-se que as plantas cultivadas sob médio nível tecnológico apresentassem menos sintomas do ataque de *S. frugiperda*, o que não ocorreu (TAB. 3).

Verificou-se, em contrapartida, a influência dos genótipos na infestação de *S. frugiperda* (TAB. 3). A média do híbrido simples diferenciou estatisticamente da média da variedade crioula BR Várzea, sendo que o maior valor foi observado pelo primeiro. A variedade Argentino e o híbrido duplo apresentaram valores medianos, não diferenciando estatisticamente entre si e entre os demais genótipos. Viana e Potenza (2000) relataram que os genótipos mais atrativos e mais consumidos por *S. frugiperda* são, em geral, os menos adequados à sua biologia e presumiram que, inicialmente, há um efeito da planta no comportamento do inseto que difere da adequação de cada genótipo ao balanço nutricional da lagarta. Conforme definiram Gallo *et al.* (2002), um genótipo é considerado mais resistente se, devido à sua constituição genotípica, é menos danificada que outras em condições de igualdade para o ataque de uma praga e que é desnecessário esperar até a colheita para confirmar essa resistência, uma vez que avaliações precoces do ataque de pragas já permitem a caracterização desse atributo. Dessa forma, a variedade crioula BR da Várzea demonstrou possuir maior resistência ao ataque de *S. frugiperda* que o híbrido simples IAC 8333. O emprego de plantas resistentes é considerado o método ideal de controle, pela possibilidade de permitir a manutenção da praga em níveis inferiores ao de dano econômico, sem causar prejuízos ao ambiente e sem ônus adicional ao agricultor (GALLO *et al.*, 2002).

O comportamento dos florescimentos masculino e feminino das plantas foi diferente frente aos níveis tecnológicos de manejo empregados. Quanto ao florescimento masculino, as plantas cultivadas nas condições de alto nível tecnológico apresentaram-se mais tardias (TAB. 4). Em relação ao florescimento feminino, sob alto nível tecnológico, esse período foi semelhante ao apresentado pelas plantas cultivadas sob baixo nível tecnológico, apresentando-se mais tardias (TAB. 5). Assim, verificou-se que as plantas cultivadas sob médio nível tecnológico foram mais precoces e, em contrapartida, as cultivadas sob alto nível demonstraram ser mais tardias. Com isso, evidencia-se que, além das características genéticas da plantas, o manejo tecnológico também influencia a precocidade da cultura do milho. Avaliando diferentes sistemas de manejo em mamona, Diniz Neto *et al.* (2009) observaram que, quanto maior o fornecimento de nutrientes às plantas, maior é o período para início do florescimento. Os dados obtidos nesta pesquisa corroboram os resultados encontrados por esses autores.

TABELA 4

Valores médios, em dias, do período para o início do florescimento masculino, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Alto	Baixo	Médio	
Argentino	64,33	63,33	62,00	63,22 A
Híbrido duplo	60,00	58,00	56,33	58,11 B
BR da Várzea	58,67	58,00	55,67	57,44 B
Híbrido simples	58,67	57,33	56,00	57,33 B
Médias de cada sistema	60,42 a	59,17 b	57,50 c	
CV(%)	1,84			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 5

Valores médios, em dias, do período para o início do florescimento feminino, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Alto	Baixo	Médio	
Argentino	71,33	70,00	68,67	70,00 A
Híbrido simples	61,00	61,67	57,67	60,11 B
BR da Várzea	60,00	61,00	59,00	60,00 B
Híbrido duplo	60,33	59,67	56,67	58,89 B
Médias de cada sistema	63,17 a	63,08 a	60,50 b	
CV(%)	2,55			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No tocante aos genótipos, a variedade crioula Argentino mostrou-se mais tardia. Os resultados dessa variedade diferenciaram-se estatisticamente daqueles obtidos com os demais materiais, que não se diferenciaram entre si, para ambos os florescimentos (TAB. 4 e 5).

Linhagens tropicais são mais exigentes em número de unidades de calor para florescerem do que germoplasma temperado (SANGOI *et al.*, 2001). Dessa forma, devido à variedade Argentino se tratar de um material essencialmente crioulo, cultivado e selecionado pelos agricultores familiares durante anos no norte de Minas Gerais e, provavelmente, não ter sofrido cruzamento com linhagens provenientes de zonas temperadas, esse resultado é coerente.

Araújo e Nass (2002), após caracterizarem diferentes populações de milho crioulo, notaram que as plantas foram tardias com relação ao florescimento feminino, apresentando, em média, 76 dias para manifestarem essa característica, período superior ao apresentado pela variedade Argentino, na presente pesquisa. Conforme esses autores, as plantas provenientes de populações autóctones existentes no Brasil são predominante tardias. O uso de materiais mais precoces permite a

desocupação da área antecipadamente, aumentando a capacidade de exploração (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000), mas conforme o caso, isso nem sempre é sinônimo de maiores rendimentos. Esses materiais dispõem de menos tempo para se recuperar de restrições ambientais impostas ao aparato fotossintético da planta nas fases de pré-floração, floração e início de enchimento de grãos. Assim, prejuízos impostos à fonte produtora de carboidratos podem reduzir o rendimento de grãos de materiais precoces mais drasticamente do que dos tardios (TOLLENAAR; DWYER, 1999, citados por SANGOI *et al.*, 2001).

A maior velocidade de desenvolvimento das inflorescências masculina e feminina está ligada diretamente à velocidade do crescimento vegetativo, o que faz com que os materiais superprecoces e precoces sejam geralmente mais exigentes em condições edafoclimáticas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Com isso, no Norte de Minas Gerais, onde as chuvas são mal distribuídas e no segmento da agricultura familiar, onde boa parte da produção de milho é realizada sem irrigação, pode ser mais apropriado o emprego de materiais mais tardios.

As plantas cultivadas sob baixo nível tecnológico apresentaram menor sincronia que aquelas cultivadas sob alto nível tecnológico, ou seja, apresentaram maior intervalo entre o início do florescimento masculino e feminino (TAB. 6). As plantas cultivadas sob médio nível tecnológico apresentaram valores medianos de sincronia, não diferenciando estatisticamente das médias observadas nos demais sistemas de manejo.

TABELA 6

Valores médios, em dias, da sincronia dos florescimentos feminino e masculino, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Baixo	Médio	Alto	
Argentino	6,67	6,67	7,00	6,78 A
Híbrido simples	4,33	1,67	2,33	2,78 B
BR da Várzea	3,00	3,33	1,33	2,56 B
Híbrido duplo	1,66	0,33	0,33	0,78 C
Médias de cada sistema	3,92 a	3,00 ab	2,75 b	
CV(%)	29,0			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse resultado, por si só, já demonstra uma tendência das plantas cultivadas sob baixo nível tecnológico em apresentarem menor produtividade em relação àquelas cultivadas sob alto nível tecnológico, pois, conforme Magalhães (2003), o menor sincronismo entre os florescimentos compromete diretamente a produção de grãos de milho. O potássio favorece a precocidade da emissão da inflorescência feminina (CESARINO, 2006). Na área onde foi aplicado o manejo referente ao baixo nível tecnológico, o nível do potássio no solo foi considerado como muito bom (TAB. 1), o que, portanto, não influenciou o florescimento.

O híbrido Duplo SHS 4080 apresentou a maior sincronia e, por outro lado, a variedade crioula Argentino apresentou a menor (TAB. 6). Levando em consideração apenas essa característica, o híbrido duplo demonstrou maior potencial produtivo, independente do sistema tecnológico de manejo empregado, pois, conforme Cárcova *et al.* (2000), o maior sincronismo de florescimento em milho pode incrementar o número de grãos por espiga da ordem de 8% a 32%. A redução no sincronismo dos florescimentos da variedade Argentino pode indicar fraca adaptação a altas populações de plantas (FREITAS, 2008), visto que, nesta pesquisa, a população de plantas

utilizada foi alta (62.500 plantas ha⁻¹), acima do indicado para os genótipos não melhorados (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Sangoi *et al.*, (2001), após avaliarem materiais precoces e tardios em diferentes densidades de semeadura, notaram que a sincronia entre os florescimentos do híbrido superprecoce foi pouco afetada, o que não foi observado no híbrido tardio. A perda de sincronismo concorre para o aumento de espigas sem grãos na extremidade e para a redução na produção de grãos (MAGALHÃES, 2003), o que pode estar relacionado com a falta de pólen, pois a máxima liberação ocorre três dias após o início da antese (HALL *et al.*, 1981, citados por LIMA, 2006). Dos genótipos avaliados, apenas a variedade Argentino apresentou o florescimento feminino acima de três dias após o florescimento masculino, o que compromete a produção de grãos da mesma.

As doenças detectadas nas plantas foram: a ferrugem polysora, o enfezamento pálido, o enfezamento vermelho e o carvão do milho. A ferrugem polysora se destacou, sendo identificada a sua ocorrência em 76,94% das plantas. A incidência das demais doenças não foi expressiva e não foi detectada diferença significativa entre os resultados de cada uma delas.

As incidências do enfezamento vermelho e do enfezamento pálido foram, respectivamente, 0,17% e 0,06% das plantas analisadas. Nota-se, portanto, uma baixa incidência dessas doenças, apesar de alguns autores afirmarem que houve um aumento significativo de sua incidência nas lavouras brasileiras nos últimos anos, principalmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, causando danos econômicos relevantes (OLIVEIRA *et al.*, 1998). A disseminação dos fitoplasmas, responsáveis por essas doenças, ocorre por meio de cigarrinhas, destacando-se como principal vetora a espécie *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott). Giménez Pecci *et al.* (2002), ao avaliarem a ocorrência de doenças causadas por fitoplasmas em milho em duas regiões distintas da Argentina, observaram que a predominância das doenças foi diferente. Conforme esses autores, a baixa incidência da doença em uma das regiões foi decorrente da ausência da cigarrinha *Dalbulus maidis* e atribuíram a ausência desse inseto às condições climáticas que limitam o

cultivo do milho, seu hospedeiro quase exclusivo, a uma única época do ano. Na região onde o experimento em questão foi conduzido, da mesma forma, o milho é cultivado apenas na estação chuvosa, o que pode estar contribuindo para a baixa incidência de cigarrinhas e, conseqüentemente, a baixa disseminação dos fitoplasmas.

Nesta pesquisa, a incidência do carvão do milho foi de 0,11% das plantas, resultado coerente com o que Moura *et al.* (2001) afirmam. Conforme esses autores, no nordeste brasileiro, essa doença não ultrapassa 1% de incidência em cultivo de milho, apesar de se tratar de uma doença endêmica. Os danos incluem a redução de rendimento por meio da esterilidade, a destruição das espigas, a redução da massa forrageira e do teor de carboidratos (MOURA *et al.*, 2001), porém não causam grandes danos econômicos à produção de grãos (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

A incidência e a severidade da ferrugem polysora foram influenciadas, isoladamente, pelos níveis tecnológicos e pelos genótipos (TAB. 7 e 8). A ferrugem polysora, doença causada pelo fungo *Puccinia polysora* Underw, é, atualmente, uma das mais importantes doenças do milho, no Brasil, sendo considerada a mais agressiva das ferrugens que ocorrem nessa cultura (OLIVEIRA *et al.*, 2004). A sua incidência compromete a qualidade e a quantidade de sementes e de grãos de milho (PINTO, 2004).

TABELA 7
Valores médios (%) da incidência de ferrugem polysora em plantas, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Alto	Médio	Baixo	
Híbrido simples	100	100	93,33	97,74 A
Híbrido duplo	83,33	80,00	73,33	78,89 AB
Argentino	93,33	70,00	60,00	74,44 B
BR da Várzea	76,67	53,33	40,00	56,67 B
Médias de cada sistema	88,33 a	75,83 ab	66,67 b	
CV(%)	23,43			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme ilustra a TAB. 7, o emprego do alto nível tecnológico favoreceu o aumento de plantas com sintomas de ferrugem polysora, quando comparado com o emprego do baixo nível tecnológico. As plantas sob médio nível tecnológico apresentaram valores medianos, não diferenciando estatisticamente dos demais sistemas de manejo.

As plantas cultivadas sob alto nível tecnológico apresentaram, relativamente, maior área foliar atacada do que aquelas cultivadas nos demais sistemas de manejo, pelo fato de apresentarem os maiores índices de severidade (TAB. 8). Pelos dados apresentados nessa última tabela, verifica-se, ainda, que as médias referentes à severidade da ferrugem diferenciaram estatisticamente entre si, conforme o sistema tecnológico empregado, havendo um decréscimo entre o alto, o médio e o baixo nível, nessa ordem.

TABELA 8

Valores médios da severidade de ferrugem polysora em plantas, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Alto	Médio	Baixo	
Híbrido simples	1,80	1,10	0,30	1,07 A
Argentino	1,03	0,33	0,03	0,47 B
Híbrido duplo	0,30	0,27	0,07	0,21 B
BR da Várzea	0,43	0,06	0	0,17 B
Médias de cada sistema	0,89 a	0,44 b	0,10 c	
CV(%)	15,34			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias calculadas com base numa amostra de 10 plantas para as quais se atribuíram notas de 0 a 5, onde: 0 = ausência de sintomas; 1 = 10% da área foliar atacada; 2 = 20% da área foliar atacada; 3 = 60% da área foliar atacada; 4 = 80% da área foliar atacada e 5 = 100% da área foliar atacada (AZEVEDO, 1997).

Bedendo (1995) sustenta que o nível de fertilidade do solo e o uso de agrotóxicos podem favorecer a predisposição de plantas ao ataque de patógenos. Conforme esse autor, o uso de herbicida 2,4-D aumenta a suscetibilidade de trigo ao ataque de fungos do gênero *Puccinia*.

O desequilíbrio de nutrientes no solo pode provocar variações nos mecanismos bioquímicos e estruturais de defesa dos hospedeiros (BALARDIN *et al.*, 2006). Utilizando a Teoria da Trofobiose (CHABOUSSOU, 1999), supõe-se que o desequilíbrio nutricional gerado pelo uso de agroquímicos na área onde se utilizou o alto nível tecnológico pode ter comprometido os mecanismos de defesa da planta e, conseqüentemente, a resistência às doenças. As plantas cultivadas sob o emprego de baixo nível tecnológico, que não receberam adubação e em cuja área não foram aplicados o herbicida e os inseticidas químico ou natural, provavelmente apresentaram menor teor de aminoácidos livres e, por conseguinte, tornaram-se menos vulneráveis ao ataque de organismos. Seguy *et al.* (1999), ao

pesquisarem técnicas de plantio direto, notaram que o emprego dessa tecnologia permitiu a redução da pressão das doenças fúngicas e bacterianas em dois cultivos de arroz de sequeiro no Centro-Norte do Mato Grosso e em um cultivo de algodão no sul de Goiás. Para explicar esse fenômeno, esses autores também utilizaram a Teoria da Trofobiose, enfatizando a importância dos metabólitos solúveis para a contaminação e a infecção das plantas por fungos patogênicos e vírus.

Analisando os resultados referentes ao comportamento das plantas de cada genótipo frente à incidência de ferrugem polysora, verifica-se que o híbrido simples apresentou médias superiores às aquelas apresentadas pelas variedades crioulas utilizadas nesta pesquisa (TAB. 7). O híbrido duplo não apresentou diferença significativa entre os demais genótipos quanto a essa doença.

Quanto à severidade de ferrugem, as variedades crioulas Argentino e BR da Várzea e o híbrido duplo SHS 4080 não diferenciaram estatisticamente entre si, apresentando médias inferiores à observada no híbrido simples, que se destacou das demais quanto a essa característica. Isso demonstra que não apenas as técnicas empregadas no manejo da cultura do milho interferem na ocorrência e no desenvolvimento da doença, mas também a adaptação e a rusticidade dos materiais genéticos também interferem. A resistência tem sido considerada uma das formas mais eficientes de controle da ferrugem polysora, na cultura do milho (SWEETS, 2009). A disponibilidade de uma grande diversidade genética pode contribuir para isso. Nesse ponto, destacam-se as variedades crioulas, por apresentarem elevada variabilidade genética e, por isso, adaptação a ambientes adversos de cultivo (MENEQUETTI *et al.*, 2002), o que não é observado nos cultivares modernos e produtivos, altamente dependentes de aplicação de insumos agrícolas.

Quanto à porcentagem de plantas quebradas, houve efeito da interação entre os fatores analisados (TAB. 9). Por meio da análise dessa tabela, verifica-se que os genótipos de milho cultivados sob baixo sistema tecnológico não sofreram influência desse tratamento, não diferenciando entre si, apresentando, relativamente, baixos índices de quebramento de plantas.

TABELA 9

Valores médios (%) de plantas quebradas, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Baixo	Médio	Alto	
Argentino	0,00 Ab	14,42 Aa	17,04 Aa	10,49
BR da Várzea	2,22 Aa	0,00 Ba	3,26 Ba	1,83
Híbrido duplo	1,08 Aab	5,93 ABa	0,00 Bb	2,33
Híbrido simples	0,00 Aa	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00
Médias de cada sistema	0,82	5,09	5,08	
CV(%)		75,92		

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Sob médio nível tecnológico, o crioulo BR da Várzea e o híbrido simples não apresentaram nenhuma planta quebrada, ambos diferenciando estatisticamente do crioulo Argentino. O híbrido duplo cultivar SHS 4080 apresentou um resultado mediano, não diferenciando dos demais. Sob alto nível tecnológico, o Argentino apresentou o maior índice, diferenciando estatisticamente dos outros genótipos. Pode-se inferir que o Argentino apresenta tendência à quebra, ao ser cultivado em área com emprego de maior nível tecnológico. Observou-se que, sob baixo nível tecnológico, esse genótipo não apresentou nenhuma planta quebrada. Os resultados também evidenciam uma tendência das plantas cultivadas sobre baixo nível tecnológico, independente do genótipo, de apresentarem menor taxa de quebra.

Cesarino (2006) avaliou o índice de quebramento de plantas de milho de um híbrido duplo e de uma variedade adubados com diferentes dosagens de dejetos suínos, adubação convencional e testemunha (sem adubação) e também notou que houve efeito da interação entre os genótipos e a adubação. Conforme esse autor, semelhantemente a esta pesquisa, o híbrido duplo também apresentou menor porcentagem de quebra. O aumento de

plantas acamadas e quebradas diminui a eficiência durante a colheita e, além disso, o colmo contém uma grande reserva de fotoassimilados, que podem ser translocados para os grãos, quando a fonte de fotoassimilados não é suficiente, situação essa verificada especialmente durante o período de senescência da planta, podendo acarretar o enfraquecimento do colmo, tornando-o suscetível ao quebramento (CRUZ *et al.*,1996).

Analisando novamente os dados da TAB. 9, verifica-se que o híbrido simples não apresentou nenhuma planta quebrada, independente do sistema tecnológico empregado, demonstrando ser um genótipo resistente à quebra. A arquitetura de plantas dos híbridos modernos contribui para reduzir a sua suscetibilidade ao acamamento e à quebra de colmos, segundo Sangoi *et al.* (2001), principalmente devido à maior precocidade, à menor estatura de plantas, à menor área foliar e à presença de folhas mais curtas e eretas do híbrido moderno.

Analisando as médias relativas às plantas acamadas (TAB. 10), verifica-se que houve maior porcentagem de acamamento nas plantas cultivadas sob o baixo e o alto níveis tecnológicos, cujas médias não se diferenciaram significativamente. Os genótipos não apresentaram diferença estatística, exceto a variedade Argentino, que apresentou a maior porcentagem de plantas acamadas. Assim, confrontando os dados da TAB. 9 e 10, nota-se uma maior suscetibilidade da variedade crioula Argentino ao quebramento e ao acamamento.

TABELA 10
Valores médios (%) do acamamento das plantas de milho, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Alto	Baixo	Médio	
Argentino	40,68	44,19	13,18	32,68 A
Híbrido simples	28,84	12,27	6,52	15,87 B
BR da Várzea	16,67	14,96	4,60	12,08 B
Híbrido duplo	1,08	11,48	2,35	4,97 B
Médias de cada sistema	21,81 a	20,73 a	6,66 b	
CV(%)	45,18			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Machado (1995) também observou uma maior tendência das variedades crioulas em apresentarem plantas acamadas e quebradas do que os materiais melhorados.

Vale comentar, nesse ponto, que durante a condução desta pesquisa ocorreu um forte vento, o que provocou, consideravelmente, aumento nas taxas de tombamentos e de quebras das plantas, sobretudo aquelas pertencentes à variedade Argentino.

O acamamento na cultura do milho causa severos danos à qualidade dos grãos, onde se estima que as perdas anuais variam de 5 a 20% no cenário mundial (INSTITUTO FNP, 2007). Machado *et al.* (2003) enfatizam que, apesar das variedades locais possuírem uma relevante importância, sobretudo como fonte de germoplasma, possuem, às vezes, características indesejáveis, principalmente aquelas relacionadas ao porte das plantas, ciclo e suscetibilidade ao acamamento e ao quebramento.

O resultado da análise de variância para diâmetro de colmo das plantas não foi significativo pelo teste de F ($p < 0,05$) para ambos os fatores. A média geral para essa característica foi de 20,44 mm (TAB. 11).

TABELA 11
Valores médios (mm) do diâmetro do colmo das plantas, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Baixo	Médio	Alto	
Argentino	21,16	21,02	22,05	21,41 ^{ns}
BR da Várzea	19,86	20,60	19,51	19,99 ^{ns}
Híbrido duplo	18,93	20,52	18,83	19,43 ^{ns}
Híbrido simples	20,95	21,29	20,56	20,93 ^{ns}
Médias de cada sistema	20,22 ^{ns}	20,86 ^{ns}	20,24 ^{ns}	20,44
CV(%)	8,00			

Nota.: ^{ns} não significativo pelo Teste F.

O colmo atua como estrutura de armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados, posteriormente, na formação dos grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Segundo Cruz *et al.* (2008), normalmente, o diâmetro do colmo apresenta correlação com a produtividade, e a adubação de semeadura proporciona o maior diâmetro. Nesta pesquisa, isso não foi evidenciado, visto que não houve adubação de semeadura nas plantas sob baixo nível tecnológico e o diâmetro do colmo das mesmas não diferenciou das demais. Não obstante, o solo da área sob esse tratamento, bem como o solo das demais áreas apresentaram fertilidade natural considerável, o que pode ter favorecido o aumento do diâmetro do colmo das plantas sob baixo nível tecnológico.

Nicolau Sobrinho *et al.* (2008) verificaram que, sob condições de semiárido, diferentes fontes de nitrogênio, provenientes de esterco bovino, esterco caprino, material vegetal de leguminosa e concentrado NPK não exercem influência no diâmetro do colmo de milheto. Por outro lado, verificaram que as plantas cultivadas sem aplicação de nitrogênio apresentaram diâmetro do colmo inferior. Tomazela (2005) evidenciou a

ausência de resposta da cultura do milho à aplicação de doses elevadas de N em relação ao diâmetro do colmo.

Como no diâmetro, os sistemas de manejo também não interferiram na altura das plantas (TAB. 12).

TABELA 12

Valores médios, em metros, da altura das plantas, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Baixo	Médio	Alto	
Argentino	2,46	2,44	2,40	2,43 A
BR da Várzea	2,01	2,14	2,12	2,09 B
Híbrido duplo	1,95	2,08	1,87	1,97 B
Híbrido simples	1,90	2,04	1,85	1,93 B
Médias de cada sistema	2,08 ^{ns}	2,18 ^{ns}	2,06 ^{ns}	
CV(%)	7,37			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo pelo Teste F.

Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Vaz de Melo *et al.* (2007), que, ao estudarem o comportamento de cultivares de milho conduzidos em três sistemas de manejo orgânicos e em um convencional, não observaram efeito dos tratamentos sobre a altura das plantas. Custódio *et al.* (2003), analisando o desempenho de quatro genótipos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo, verificaram que cada genótipo responde de maneira distinta, sendo que alguns apresentaram maior altura e outras foram indiferentes.

Ao analisar os resultados referentes à altura de inserção da espiga, nota-se que as plantas cultivadas sob alto nível tecnológico apresentaram médias inferiores às médias das plantas cultivadas sob médio nível tecnológico (TAB. 13). As médias das plantas cultivadas sob baixo nível tecnológico não diferenciaram estatisticamente dos demais sistemas. Isso

também foi observado por Silva *et al.* (2004b), ao compararem o efeito de dosagens de adubos orgânicos sobre dois cultivares. Por outro lado, esse resultado contrasta daqueles obtidos por Custódio *et al.* (2003), que verificaram que, num ensaio com diferentes sistemas de manejo, a altura de inserção da espiga nas plantas foi maior naquelas cultivadas sob sistema correspondente ao maior nível tecnológico.

TABELA 13

Valores médios, em metros, da altura da inserção da primeira espiga nas plantas, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Médio	Baixo	Alto	
Argentino	1,69	1,64	1,47	1,60A
BR da Várzea	1,17	1,06	1,04	1,09 B
Híbrido duplo	1,13	0,96	0,84	0,98 BC
Híbrido simples	0,92	0,92	0,86	0,90 C
Médias de cada sistema	1,23 a	1,15 ab	1,05 b	
CV(%)	11,58			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando-se os genótipos quanto à altura das plantas, verifica-se que a variedade crioula Argentino apresentou a maior média, diferenciando-se estatisticamente dos demais (TAB. 12). Quanto à altura da inserção das espigas, novamente a variedade Argentino apresentou o maior valor (TAB. 13). Quanto a essa última característica, a variedade BR da Várzea diferenciou-se estatisticamente da anterior e do híbrido simples, apresentando valores medianos, ao lado do híbrido duplo.

Machado (1995), da mesma forma, observou que as variedades locais apresentaram porte mais elevado que os materiais melhorados, sendo que essa diferença foi mais acentuada, ao comparar a altura da inserção da espiga. Essa autora atribuiu esse resultado ao fato de o porte mais baixo ser

o objetivo do melhoramento genético, devido à melhor adequação para a colheita mecânica.

De maneira geral, conforme Almeida *et al.* (2000), quanto maior a precocidade de um material, menor é o seu número de folhas expandidas na antese, menor a sua área foliar e mais reduzida é a estatura final da planta. Essa informação é condizente, ao se confrontar os resultados obtidos com as análises da precocidade (TAB. 4 e 5) e do porte das plantas da variedade Argentino (TAB. 12). A maior altura das plantas e da inserção das espigas dessa variedade pode também estar relacionada à maior porcentagem de plantas quebradas (TAB. 9) e acamadas (TAB. 10) antes da colheita.

Como já mencionado, o estande estabelecido pode ter desfavorecido essa variedade, pois um aumento na densidade de plantas de maior porte pode ocasionar uma maior fragilidade das mesmas, devido à perda do equilíbrio de sustentação localizado no centro de gravidade da planta (ARGENTA *et al.*, 2001). Merotto Junior *et al.* (1999) concluíram que a altura aumenta com o aumento da população de plantas, mas não provoca acamamento das mesmas, porém esses autores utilizaram um híbrido simples de porte baixo e ciclo curto. Materiais de menor porte permitem a utilização de um maior número de plantas por unidade de área, aumentando, consequentemente, a produtividade (PEREIRA *et al.*, 2010).

Entretanto, devido ao genótipo Argentino se tratar de uma variedade crioula e ao BR da Várzea ter sofrido seleção massal por mais de dez anos, a partir da variedade BR 106, a altura pode ter sido alvo de seleção pelos agricultores. Nesse sentido, Pantaleão e Freitas Sobrinho (2007) destacaram que a maior produção de palhada dessas plantas é um aspecto importantíssimo, principalmente na agricultura camponesa da região semiárida brasileira, onde é comum a utilização desse material como subproduto na alimentação animal. A maior quantidade de massa também é vantajosa em sistemas de cultivo onde os restos culturais são deixados no campo, visando aos benefícios relativos à fertilidade e à estruturação do solo, decorrentes da liberação de nutrientes e da atividade biológica durante o processo de decomposição da palhada (MACHADO, 1995).

O estande final das plantas não sofreu influência dos diferentes níveis tecnológicos de manejo empregados, porém foi influenciado pelos genótipos (TAB. 14).

TABELA 14
Valores médios do estande final de plantas por hectare, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Baixo	Médio	Alto	
Híbrido duplo	62.500,0	61.111,1	64.583,3	62.731,5 A
BR da Várzea	59.027,8	59.027,8	63.888,9	60.648,1 A
Argentino	59.027,8	57.638,9	53.472,2	56.713,0 A
Híbrido simples	45.138,9	42.361,1	52.083,3	46.527,8 B
Médias de cada sistema	56.423,6 ^{ns}	55.034,7 ^{ns}	58.506,9 ^{ns}	
CV(%)	5,40			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo pelo Teste F.

Ao estudarem o efeito de diferentes sistemas de adubação e de consórcio, Cortez *et al.* (2009) igualmente observaram que os tratamentos não interferiram na consolidação do estande final da cultura em estudo. Arf *et al.* (2007) constataram que não houve efeito do manejo do nitrogênio no primeiro ano de cultivo para a população de plantas, o que não ocorreu num segundo ano de cultivo.

Ainda abordando os resultados da TAB. 14, verifica-se que o híbrido simples apresentou estande inferior, diferenciando-se estatisticamente dos demais genótipos. Esse resultado enfatiza a hipótese do baixo vigor do lote de sementes desse genótipo utilizadas no trabalho, também evidenciada pela menor emergência das plantas (TAB. 2), pois o estande é altamente influenciado pela qualidade da semente e é fundamental para o alcance da produtividade almejada. A relação entre a utilização de sementes de alta qualidade e a produtividade das culturas tem sido apontada por várias

pesquisas e observadas rotineiramente pelo setor produtivo (MARCOS FILHO, 2005).

A produtividade foi afetada isoladamente por ambos os fatores. As médias referentes aos sistemas de manejo diferenciaram estatisticamente entre si, sendo a maior apresentada por aquelas cultivadas sob alto nível tecnológico e a menor, por aquelas cultivadas sob baixo nível tecnológico (TAB. 15).

Esse resultado apresentado pelas plantas sob baixo nível tecnológico é coerente com a baixa sincronia entre os florescimentos, onde as plantas apresentaram a pior média, com a menor precocidade e com o maior índice de acamamentos, posto que, como já discutido anteriormente, essas características interferem diretamente a produção de grãos.

Strieder *et al.* (2008) avaliaram, dentre outras variáveis, o comportamento de genótipos de milho em diferentes sistemas de manejo e notaram que a produtividade não foi afetada pelos mesmos, cujo resultado diverge daqueles obtidos nesta pesquisa. Não obstante, diversos outros autores obtiveram resultados semelhantes ao obtidos nesta pesquisa (ARF *et al.*, 2007; FORSTHOFER *et al.*, 2006; SANGOI *et al.*, 2003).

TABELA 15
Valores médios da produtividade (kg ha^{-1}), em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Alto	Médio	Baixo	
Híbrido duplo	7.826,04	6.574,73	5.492,42	6.631,06 A
BR da Várzea	7.711,28	6.262,80	4.084,21	6.019,43 AB
Híbrido simples	5.952,15	5.075,71	4.243,98	5.090,61 B
Argentino	4.774,59	3.043,67	2.453,23	3.423,83 C
Médias de cada sistema	6.566,02 a	5.239,23 b	4.068,46 c	
CV(%)	17,00			

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Silva *et al.* (2007) notaram que o sistema orgânico não apenas apresentou produtividade superior ao sistema sem adubação, mas também ao sistema convencional. No trabalho em questão, discordando em parte desses autores, o emprego do alto nível tecnológico aumentou a produtividade em 25,32% em relação ao médio nível, onde se empregou o manejo orgânico, independentemente dos genótipos. O emprego do médio nível tecnológico, também independente dos genótipos, incrementou em 28,78% o rendimento de grãos em relação ao emprego do baixo nível tecnológico. Resultado similar foi encontrado por Arf *et al.* (2007), em cuja pesquisa o emprego de adubação nitrogenada incrementou a produtividade de grãos de milho em 29%. Cruz *et al.* (2006) demonstraram que a aplicação de adubação orgânica para o cultivo de milho forneceu quantidade de nutrientes suficiente para incrementar a produtividade, mesmo no primeiro ano de aplicação, como foi o caso do experimento em questão.

A variedade crioula Argentino apresentou a menor produtividade, situando-se abaixo da média nacional, que foi 3.715 kg ha⁻¹ na safra 2009/2010 (IBGE, 2010). Porém a sua produtividade foi expressivamente maior que a média municipal de Montes Claros/MG, que foi de 1.980 kg ha⁻¹ na safra 2007/2008 (IBGE, 2010). Não obstante Silva *et al.* (2009) verificaram maior potencial produtivo dessa variedade, onde, em um ensaio de competição de milho, realizado também no município de Montes Claros/MG, observaram uma produtividade de 5.920 kg ha⁻¹.

A menor produtividade do Argentino em relação aos demais materiais era um resultado esperado, pois está coerente com os dados obtidos por meio das avaliações anteriores, exceto para aqueles referentes às fito doenças e ao estande final, onde suas plantas demonstraram superioridade. A baixa sincronia entre os florescimentos e o maior índice de quebra e acamamento das plantas podem ter sido os atributos que mais contribuíram para o menor rendimento desse genótipo. Comentando inicialmente o primeiro atributo, pelo fato desse genótipo ter apresentado o florescimento feminino tardiamente em relação aos demais (TAB 5), e ter apresentado uma sincronia muito baixa (TAB. 6), no momento da fecundação, possivelmente, a disponibilidade de pólen no ambiente não foi

satisfatória, visto que a máxima liberação dos mesmos ocorre três dias após o início da antese (HALL *et al.*, 1981, citados por LIMA, 2006). Não havia nenhuma outra fonte de pólen de milho num raio de 300 metros da área do experimento, pois, conforme Beck *et al.* (2004), normalmente, o vento pode levar o pólen a essa distância.

O índice de quebramento e de acamamento, como já discutido, contribui diretamente com a perda de grãos (INSTITUTO FNP, 2007; MACHADO *et al.*, 2003). Por outro lado, Machado *et al.* (1999), testando o comportamento de híbridos, variedades melhoradas e variedades crioulas, dentre elas, o Argentino, relataram que essa variedade respondeu à aplicação de fósforo ao solo satisfatoriamente, destacando-se na produção de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular. Esses autores averiguaram que o Argentino apresentou alta eficiência de utilização de P, principalmente na maior dosagem utilizada (100 mg kg^{-1} de P no solo), mas ressaltaram também que esse genótipo demonstrou a sua adaptação em ambientes com deficiência desse macronutriente.

O híbrido simples utilizado nesta pesquisa, apesar de ser um material altamente produtivo, não se destacou em produtividade, apresentando valores medianos, não se diferenciando estatisticamente apenas da variedade BR da Várzea. Esse resultado era esperado, visto que esse genótipo foi prejudicado acentuadamente pela baixa emergência (TAB. 2) e pelo baixo estande (TAB. 14), que podem ter sido afetados, como supramencionado, pelo baixo vigor das sementes. Machado *et al.* (1999), trabalhando com diversos genótipos de milho, incluindo variedades crioulas e híbridos, tiveram o mesmo problema com um híbrido, cuja produção foi acentuadamente inferior aos demais materiais, refletindo um aspecto particular do lote de sementes utilizado. Ao realizarem-se cálculos de correção para o estande ideal, observa-se que esse híbrido poderia ultrapassar em 3% a maior média encontrada para a produtividade nesta pesquisa, com 6840 kg ha^{-1} . Merotto Junior *et al.* (1999) concluíram que a variabilidade na emergência de plantas diminui o rendimento de grãos e limita a resposta do milho ao incremento da densidade de plantas. Alguns autores vêm demonstrando que a baixa qualidade da semente afeta o vigor das

plântulas, o estande e, conseqüentemente, a produtividade (ANDREOLI *et al.*, 2002).

A média da produtividade alcançada pela variedade crioula BR da Várzea não se diferenciou estaticamente dos híbridos utilizados nesta pesquisa. A sua produtividade foi 62,03% maior que a produtividade média nacional, que é de 3.715 kg ha⁻¹, segundo dados do IBGE (2010), o que demonstra o potencial desse material e sua adaptabilidade a diferentes sistemas tecnológicos de manejo. Outros autores, ao realizarem ensaios com diferentes genótipos de milho, revelaram o potencial das variedades crioulas em relação às variedades comerciais e híbridos, com desempenho semelhante ou até mesmo superior a esses, principalmente em condições adversas de cultivo (MACHADO, 1995; MENEGUETTI *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2009). Machado *et al.* (2003), ao avaliarem 25 variedades comerciais e crioulas de milho, quanto ao uso eficiente do N, oriundo de diferentes fontes, observaram que houve um incremento na produção de grãos de todas, exceto para uma. Esses autores ainda notaram que as variedades comerciais demonstraram-se mais produtivas que as crioulas, contudo, sob solo com baixo teor de N, as variedades crioulas sobressaíram, o que demonstra a maior adaptabilidade das mesmas.

Analisando o desempenho produtivo de cada genótipo (TAB. 15), nota-se que ambas as variedades crioulas apresentaram maior resposta à tecnologia aplicada do que os híbridos. Comparando a produtividade alcançada pela variedade BR da Várzea, sob médio nível tecnológico com a produtividade apresentada, sob baixo nível tecnológico, observa-se, em valores absolutos, um incremento de 2.178 kg ha⁻¹, demonstrando um crescimento de 53,3% na produção de grãos, significativamente superior ao alcançado pelos demais genótipos, que foi de 24,1%, de 19,7% e de 19,6%, para a variedade Argentino, para o híbrido duplo e para o híbrido simples, respectivamente. Ao comparar os genótipos, quanto à produtividade alcançada, sob alto nível tecnológico com aquela obtida sob médio nível, a que se destacou, desta vez, foi a variedade Argentino, que, apesar de expressar menor produtividade, apresentou um incremento de 1.730 kg ha⁻¹ em valores absolutos, representando um crescimento de 56,8% na produção

de grãos, sendo, da mesma forma, significativamente superior aos demais (23,1%, 19,0% e 17,3% para a variedade BR da Várzea, híbrido duplo e híbrido simples, respectivamente). Com isso, nota-se o quanto essas variedades crioulas possuem eficiência em responderem à aplicação de tecnologia no manejo da cultura, superior aos híbridos utilizados nesta pesquisa.

Analisando conjuntamente todos os resultados obtidos nesta pesquisa, nota-se que, de maneira geral, as variedades crioulas foram capazes de responder ao incremento tecnológico na lavoura, tanto quanto os cultivares modernos. Esse resultado demonstra que, ao lado de outras vantagens que as variedades crioulas oferecem ao agricultor familiar, tais como a autonomia no processo produtivo de alimentos e a maior adaptação à realidade edafoclimática e cultural de cada região, pode também proporcionar maior retorno econômico. Práticas de manejo acessíveis, como a utilização de adubação orgânica e a aplicação de caldas caseiras para o controle de pragas, são capazes de maximizar a produção de grãos de milho, proporcionando maior rentabilidade ao agricultor familiar sem maiores gastos com a lavoura.

4 CONCLUSÃO

Na cultura do milho, cada característica agrônômica sofre influência de modo diferenciado, frente aos diferentes níveis tecnológicos de manejo, sendo, de maneira geral, independente do material genético. A produtividade é elevada, à medida que o investimento em tecnologia no manejo é maximizado.

O híbrido simples IAC 8333 apresenta valores inferiores, quanto à emergência, à severidade de ferrugem polysora e ao estande final. Por outro lado, esse híbrido se destaca, quanto à tolerância ao quebramento.

A variedade crioula Argentino, dentre os genótipos utilizados nesta pesquisa, é a mais tardia; apresenta a menor sincronia entre os florescimentos, o maior índice de acamamento e de quebramento, a maior altura das plantas e da inserção da primeira espiga e, por fim, a menor produtividade.

A variedade crioula BR da Várzea se destaca, por se situar no grupo de genótipos com a maior emergência, maior resistência à *Spodoptera frugiperda*, à ferrugem polysora e ao acamamento das plantas, maior precocidade, menor altura das plantas, maior estande e maior produtividade. Assim, essa variedade é um material promissor, por apresentar desempenho agrônômico desejável e por expressar o seu potencial produtivo em sistemas de manejo sob baixo, médio e alto níveis tecnológicos, apresentando comportamento semelhante e mesmo superior em alguns aspectos, quando comparada ao híbrido duplo SHS 4080 e ao híbrido simples IAC 8333, favorecendo a redução de custos para o agricultor.

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE ENERGÉTICA DA CULTURA DO MILHO, PROVENIENTE DE VARIEDADES CRIOULAS E DE HÍBRIDOS PRODUZIDOS EM DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS DE MANEJO

RESUMO

Algumas pesquisas vêm sendo conduzidas, buscando desenvolver tecnologias de menor impacto ambiental e menores custos energéticos. O milho é cultivado sob diferentes sistemas de produção, com diferentes indicadores de eficiência. Assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar, sob o ponto de vista energético, a cultura do milho em três sistemas de manejo (baixo, médio e alto nível tecnológico), utilizando duas variedades crioulas (Argentino e BR da Várzea), um híbrido duplo cultivar SHS 4080 e um híbrido simples cultivar IAC 8333. Utilizaram-se cinco indicadores de eficiência: eficiência energética, energia cultural líquida, eficiência cultural, balanço energético e eficiência produtivo-energética. Sob baixo e médio níveis tecnológicos, predominou a energia direta e a operação de semeadura apresentou o maior dispêndio energético. Sob alto nível tecnológico, por outro lado, predominou a energia indireta e a operação de maior dispêndio foi a de adubação de cobertura. Sob a ótica da agricultura familiar, verificou-se maior importância social dos sistemas sob baixo e médio níveis tecnológicos, devido à maior capacidade empregadora de mão de obra rural. A energia cultural líquida e o balanço energético foram mais favoráveis para o sistema sob alto nível tecnológico. Contudo a eficiência cultural para o médio e baixo níveis tecnológicos foi expressivamente superior. A média da eficiência energética do sistema sob médio nível tecnológico ultrapassa em 10 vezes a média obtida pelo sistema sob alto nível tecnológico, não sendo possível o cálculo para o baixo nível tecnológico, devido à inexistência de energia fóssil nesse tratamento. Os sistemas sob baixo e médio níveis tecnológicos apresentaram eficiência produtivo-energética equivalentes, sendo de 5,38 e de 5,39 kg MJ⁻¹, respectivamente. Sob alto nível tecnológico, a eficiência produtivo-energética foi de apenas 0,45 kg MJ⁻¹. Quanto aos genótipos, a variedade crioula Argentino apresentou menor eficiência produtivo-energética. A variedade crioula BR da Várzea, por outro lado, apresentou potencial em gerar energia tanto quanto os híbridos. De maneira geral, nas condições desta pesquisa, a maior sustentabilidade na cultura do milho foi atingida, quando se utilizou o sistema de manejo sob médio nível tecnológico e a menor, sob alto nível tecnológico.

Palavras-chave: Balanço energético. Eficiência cultural. Eficiência produtivo-energética. Sustentabilidade. *Zea mays* L.

CHAPTER 3 - ENERGY ANALYSIS OF CORN CULTIVATION, ARISING FROM CREOLE VARIETIES AND HYBRIDS PRODUCED IN DIFFERENT TECHNOLOGICAL LEVELS OF MANAGEMENT

ABSTRACT

Some researches have been conducted, seeking to develop technologies with less environmental impact and lower energy costs. The corn is grown under different production systems with different efficiency indicators. Thus, the aim of this study was to analyze, under the energetic point of view, the cultivation of corn in three management systems (low, medium and high-tech), using two creole varieties (Argentino and Lowland BR), a double hybrid cultivate SHS 4080 and cultivate a simple hybrid IAC 8333. They were used five performance indicators: energy efficiency, liquid cultural energy, cultural efficiency, energy balance and productive energy efficiency. Under low and medium levels of technology, it was dominated the direct energy and sowing operation had the highest energy expenditure. Under high technological level, on the other hand, it was predominant the indirect energy and the operation of the largest expenditure was the covering manures. From the perspective of family farming, it was verified the largest social importance of the systems under low and medium levels of technology, due to the increase employment capacity of rural labor. The liquid cultural energy and energy balance were more favorable for the system under high technological level. Though, the cultural efficiency for medium and low technological levels was significantly higher. The average of energy efficiency of the system under medium technological level exceeds 10 times the average obtained by the system at high technological level, not being possible to calculate to the low technological level, due to the lack of fossil energy in this treatment. The systems under low and medium levels of technology presented productive energy efficiency, being of 5.38 and of 5.39 kg MJ⁻¹, respectively. Under high technology level, productive energy efficiency was only 0.45 kg MJ⁻¹. Regarding the genotypes, the creole variety Argentino showed lower productive energy efficiency. The creole variety Lowland BR, on the other hand, presented the potential to generate energy as much as the hybrids. In general, in the conditions of this research, the biggest sustainability in the corn crop was achieved, when it was used the management system under medium and lower level of technology under the high technological level.

Keywords: Energy balance. Cultural efficiency. Productive energy efficiency. Sustainability. Zea mays L.

1 INTRODUÇÃO

Entre as culturas de interesse econômico para o Brasil, destaca-se o milho (*Zea mays* L.), que assume relevante papel socioeconômico e constitui-se em matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Trata-se de uma cultura presente na maioria das unidades familiares de produção no Brasil, onde é cultivado principalmente para a alimentação dos animais, além de representar uma importante fonte de renda e de alimento ao agricultor (SCHONS, 2006).

É crescente o uso de cultivares híbridos, devido à perda das variedades crioulas ou devido à substituição dessas por aquelas pelos agricultores, incentivados por programas governamentais. Para expressarem seu potencial, os híbridos dependem de insumos que carregam consigo altas taxas energéticas, provenientes, principalmente, de combustíveis fósseis. A maior produção agrícola é função da maior quantidade de energia aplicada no sistema de manejo, energia essa proveniente do emprego maciço de combustíveis e de agroquímicos (CARMO *et al.*, 1988).

A energia fóssil ajudou a humanidade a manipular os agroecossistemas eficientemente, contribuindo para melhorar o nível de vida das pessoas. Contudo o período da utilização do combustível fóssil, quando considerado ao longo da história humana, será certamente curto (PIMENTEL; PIMENTEL, 1990). Assim, surge a preocupação com o gasto dessa energia. A escassez dos combustíveis fósseis ameaça a sustentabilidade dos sistemas de produção. Atualmente, nota-se a crescente dependência de diversos agroecossistemas a esses combustíveis, espelhando as bases de sustentação da chamada “Revolução Verde” (BUENO *et al.*, 2010).

O milho tem sido cultivado sob diferentes sistemas de produção, possivelmente com diferentes indicadores de eficiência. Algumas pesquisas vêm sendo conduzidas, buscando desenvolver formas alternativas de produção de menor impacto ambiental e menores custos de produção. Atenção especial tem sido dada à agricultura familiar, com enfoque na menor mobilização adicional de capital em máquinas e equipamentos, sem, contudo, sobrecarregar o trabalho da mão de obra familiar (PRACUCHO, 2006). De

acordo com Bueno (2002), para pensar em justiça social, especialmente em relação a abordagens que valorizam propostas de desenvolvimento sustentável, deve-se atentar para o fato da não reprodução do modelo produtivista, mas, ao contrário, tem-se que difundir práticas agronômicas que envolvam menor dispêndio energético e menor impacto ambiental, permeando-se, com realismo, a produção agrícola familiar.

Considerando-se a importância que sistemas de produção agrícolas mais sustentáveis vêm adquirindo, frente aos elevados custos de energia e de produção, torna-se importante analisar a eficiência energética como mais um indicativo da sustentabilidade ambiental. A importância da análise da eficiência energética é fornecer os parâmetros necessários para mensurar, interpretar e subsidiar a tomada de decisões no direcionamento das políticas públicas (COMITRE, 1993). O conhecimento do itinerário técnico de agroecossistemas define graus de dependência, em termos de utilização de energia, podendo ser, assim, analisados e expressos sob a ótica energética (BUENO *et al.*, 2010). A relação entre a energia acumulada nos alimentos produzidos e a energia fóssil acumulada nos insumos gastos para a produção (combustíveis, fertilizantes, fungicidas, herbicidas e inseticidas) constitui um instrumento para analisar o grau de sustentabilidade da agricultura, ou seja, a energia obtida tem de ser maior do que a consumida (SANTOS *et al.*, 2001).

Nesse contexto, a análise energética de diferentes sistemas tecnológicos de manejo da cultura do milho é uma importante ferramenta para subsidiar políticas agrícolas, tecnológicas e ambientais, buscando itinerários técnicos que favoreçam uma produção mais sustentável dessa cultura. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar, sob o ponto de vista energético, a cultura do milho em três sistemas tecnológicos de manejo, utilizando genótipos provenientes de variedades crioulas cultivadas no norte de Minas Gerais e de híbridos encontrados nos estabelecimentos comerciais dessa região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de novembro de 2009 a abril de 2010, na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), em Montes Claros/MG (latitude 16°43'S, longitude 43°53'W e altitude 650 m), cuja temperatura média anual é de 24,2°C, região de clima Aw (tropical de savana, inverno seco e verão chuvoso) pelo sistema Köppen.

O delineamento estatístico empregado foi em blocos ao acaso, no esquema fatorial 4x3 em faixas, onde o primeiro fator correspondeu a quatro genótipos de milho e o segundo, a três sistemas de manejo da cultura, utilizando-se três repetições. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,80 m, sendo a parcela útil composta pelas duas linhas centrais, desprezando-se um metro em cada extremidade. A semeadura foi realizada em sulcos com cerca de 5 cm de profundidade. A densidade de semeadura foi de 5 plantas m⁻¹, buscando-se um estande de 62.500 plantas ha⁻¹.

Os genótipos consistiram em duas variedades crioulas tradicionalmente cultivadas na região Norte de Minas Gerais, denominadas pelos agricultores de Argentino e de BR da Várzea, e em um híbrido duplo cultivar SHS 4080 e um híbrido simples cultivar IAC 8333.

Os sistemas de manejo empregados foram classificados como baixo, médio e alto nível tecnológico. Buscando atingir indicadores de eficiência energética mais próximos da realidade, efetuou-se um estudo de caso. Para efeitos dos cálculos, o itinerário técnico de cada sistema tecnológico de manejo foi baseado na metodologia empregada na condução do experimento, em relatos dos agricultores que foram envolvidos na pesquisa e em outros itinerários disponíveis em literatura especializada, tais como Bueno (2002), Santos (2006), Almeida (2007), Romero (2005) e Silveira (2010).

Na área sob baixo nível tecnológico, realizou-se, inicialmente, o controle das plantas espontâneas, por meio de capina manual, utilizando-se dois trabalhadores. O solo foi preparado com arado de aiveca de tração animal, com o uso de três trabalhadores. A semeadura foi realizada em

sulcos com cerca de 5 cm de profundidade, aberto por meio de um riscador também de tração animal, sendo necessários dois trabalhadores para essa operação. As sementes foram semeadas manualmente por um terceiro trabalhador e cobertas com solo por um quarto. Ao longo do ciclo da cultura, efetuaram-se mais duas capinas manuais, sendo realizada, cada uma por dois trabalhadores. Não foi aplicado nenhum insumo, bem como não houve controle de pragas. A colheita foi executada manualmente por dois trabalhadores.

No sistema classificado como médio nível tecnológico, o solo foi preparado com uma gradagem, por meio de uma grade niveladora da marca Machesan com 28 discos, sendo o trator da marca Massey Fergusson 291. De acordo com a análise química do solo (TAB. 1) e com as exigências da cultura, aplicaram-se 7 kg m^{-1} de esterco bovino 30 dias antes da semeadura. O esterco foi aplicado em sulcos abertos por meio de um riscador de tração animal. Para a operação de adubação de semeadura, foram necessários cinco trabalhadores. As operações de semeadura e de controle de plantas espontâneas ao longo da condução do experimento foram realizadas da mesma forma que no sistema anterior. O controle de *Spodoptera frugiperda*, (JE Smith, 1797) (lagarta-do-cartucho) foi efetuado com a aplicação de um inseticida natural à base de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), com concentração de 0,7%, via pulverizador costal PJH, com capacidade de 20 litros. Utilizou-se um trabalhador para essa operação. A adubação de cobertura foi realizada por meio da aplicação, via solo, de 10 litros m^{-1} de biofertilizante, proveniente de um biodigestor anaeróbio, contendo $0,76 \text{ g L}^{-1}$ de N, $0,96 \text{ g L}^{-1}$ de P_2O_5 e $1,32 \text{ g L}^{-1}$ de K_2O . Essa operação foi realizada manualmente por dois trabalhadores, com o auxílio de vasilhas plásticas. Para efeito dos cálculos, desprezou-se o coeficiente energético do biodigestor e das vasilhas plásticas. A operação de colheita foi executada por dois trabalhadores de forma manual.

TABELA 1

Atributos químicos e texturais na profundidade 0-20cm do solo antes da implantação do experimento, em cada nível tecnológico empregado

Atributos do solo	Baixo nível		Médio nível		Alto nível	
	tecnológico		tecnológico		tecnológico	
	Valor	Nível	Valor	Nível	Valor	Nível
pH em água	7,3	MA	7,3	MA	7,7	MA
P Mehlich (mg kg ⁻¹)	16,4	M	14,9	Bx	16,9	M
P remanescente (mg L ⁻¹)	24,0		24,7		26,0	
K (mg kg ⁻¹)	382	MB	894	MB	353	MB
Ca (cmolc dm ⁻³)	8,60	MB	7,40	MB	8,80	MB
Mg (cmolc dm ⁻³)	2,00	MB	2,00	MB	1,20	B
Al (cmolc dm ⁻³)	0,00	MBx	0,00	MBx	0,00	MBx
H+Al (cmolc dm ⁻³)	0,95	MBx	0,95	MBx	0,89	MBx
SB (cmolc dm ⁻³)	11,58	MB	11,69	MB	10,90	MB
t (cmolc dm ⁻³)	11,58	MB	11,69	MB	10,90	MB
m (%)	0	MBx	0	MBx	0	MBx
T (cmolc dm ⁻³)	12,53	B	12,65	B	11,80	B
V (%)	92	MB	92	MB	92	MB
Mat. Orgânica (dag kg ⁻¹)	3,23	M	3,08	M	3,23	M
Textura do solo	Média		Média		Média	

Nota: MBx = muito baixo, Bx = baixo, B = bom, M = médio, A = alto, MB = muito bom, MA = muito alto.

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, Montes Claros-MG, 2010.

No sistema classificado como alto nível tecnológico, o controle de plantas espontâneas, pré e pós-plantio foi realizado, aplicando-se 5 kg ha⁻¹ de atrazina e 0,12 kg ha⁻¹ de nicosulfurom, por meio de um pulverizador em barra e trator Valmet 68. Na operação de preparo de solo, foi utilizada, inicialmente, uma grade aradora da marca Baldan de 14 discos. Na operação de nivelamento, utilizou-se uma grade niveladora da marca Machesan com 28 discos. Ambas as operações foram executadas com o trator da marca Massey Fergusson 291. As operações de semeadura e adubação foram realizadas mecanicamente, por meio de semeadora TATU PST Plus e pelo trator Massey Fergusson 291. Com base nos resultados da análise química do solo (TAB. 1) e de acordo com as exigências da cultura, aplicaram-se

246,15 kg ha⁻¹ do formulado 4-30-10. Para a adubação de cobertura, utilizaram-se o cultivador adubador da Marca Machesan e o trator Valmet 68, aplicando-se 500 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio e 20 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Para o controle de *Spodoptera frugiperda*, utilizou-se o equivalente a 0,096 L ha⁻¹ do inseticida sintético triflumurom (480 g L⁻¹), por meio de um pulverizador em barra e trator Valmet 68. A colheita foi realizada mecanicamente, por meio da Colhedora SLC 6.300.

2.1 Análise energética

Foram considerados cinco indicadores de eficiência entre os sistemas tecnológicos de manejo, quais sejam: eficiência energética, eficiência produtivo-energética, energia cultural líquida, eficiência cultural e balanço energético.

A eficiência energética é a relação entre o somatório das energias brutas dos produtos e o somatório das energias não renováveis (RISOUD, 1999, citada por SILVEIRA, 2010).

Não foi possível calcular esse indicador para o sistema de manejo classificado como baixo nível tecnológico, pois não houve entradas de energias não renováveis nesse sistema. Isso também foi relatado por Frigo *et al.* (2008), ao realizarem um estudo de caso do agroecossistema pinhão-manso.

Assim, para esta pesquisa, propõe-se outro indicador, calculado por meio da relação entre a produtividade alcançada e as entradas culturais em cada sistema de manejo, convencionando-se denominá-lo de “eficiência produtivo-energética”, expresso em kg MJ⁻¹. A partir do resultado apontado por esse indicador, é possível contabilizar o quanto que cada unidade de energia (megajoule) aplicada no sistema foi convertida em produção de grãos após a colheita. Os resultados obtidos para a eficiência produtivo-energética foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A energia cultural líquida, conforme Mello (1986), é a diferença entre a energia útil que deixa o agroecossistema e a energia cultural que entra no processo produtivo.

Ainda de acordo com Mello (1986), a eficiência cultural é expressa pela relação entre as saídas úteis e as entradas culturais.

Por fim, o balanço energético é dado pela diferença entre o somatório das energias totais e o somatório das “entradas” de energia não renovável (RISOUD, 1999, citada por SILVEIRA, 2010).

Como energia direta do sistema, foi considerada a energia biológica (mão de obra, energia animal e sementes) e a energia fóssil (óleo diesel, lubrificante e graxa), diretamente consumida nos sistemas de manejo (COMITRE, 1993).

Como energia indireta, considerou-se a energia industrial, empregada na fabricação de equipamentos (máquinas e implementos) e insumos (fertilizantes, herbicidas e inseticidas sintéticos) e outros "inputs" necessários à produção (CLEVELAND, 1995).

2.2 Coeficientes e conversão energética

Para o cálculo das entradas e das saídas de energia de cada sistema, realizou-se a conversão dos coeficientes técnicos das exigências físicas apresentadas em coeficientes energéticos (BUENO, 2002). Como sugeriu Risoud (1999), citada por Silveira (2010), a unidade adotada nesta pesquisa foi o Megajoule (MJ).

Mão de obra: com relação ao cálculo da energia investida pelos trabalhadores rurais nas diferentes operações do itinerário técnico, seguiu-se a metodologia proposta por Carvalho *et al.* (1974) e utilizada e adaptadas por Bueno (2002). Determinou-se o GER (Gasto Energético no Repouso) de cada trabalhador, por meio das equações 1 e 2:

$$\text{GER} = 278,42 + 57,57P + 20,93A - 28,39I, \text{ para o gênero masculino} \quad (1)$$

$$\text{GER} = 2.742,35 + 40,03P + 7,75A - 19,59I, \text{ para o gênero feminino} \quad (2)$$

em que: P é a massa corporal (kg), A é a altura (cm), I = idade (anos completos). Essas equações determinam o GER em kJ. O dispêndio calórico final diário foi transformado em MJ.

Sementes: para as sementes, utilizou-se o índice proposto por Pimentel *et al.* (1973), cujo valor energético é de 7.936,65 kcal kg⁻¹ para semente de milho híbrido, partindo, conforme esse autores, do dobro do custo energético do grão colhido, em função dos maiores esforços necessários à produção. Nesta pesquisa, para as sementes provenientes das variedades crioulas, considerou-se esse mesmo coeficiente energético. Esse procedimento também foi adotado por Campos *et al.* (2004).

Energia animal: a presente pesquisa adotou o coeficiente energético de 2.400 kcal h⁻¹ para animais de trabalho, conforme valores estimados por Odum (1967), citado por Bueno (2002).

Óleo diesel, lubrificante e graxa: para a determinação do consumo de óleo diesel, de lubrificante e de graxa, foi realizado o acompanhamento das operações mecanizadas, com anotações dos consumos e medições *in loco*, além da obtenção de informações nos manuais dos fabricantes dos tratores e implementos utilizados (SILVEIRA, 2010). Para o óleo diesel, foi utilizado o coeficiente energético de 8.484 kcal L⁻¹, multiplicado pelo fator 1,14 (9.671,8 kcal L⁻¹), referente à relação insumo-produção, observada por Serra *et al.* (1979). Para os óleos lubrificantes, utilizou-se o coeficiente energético de 8.905,6 kcal L⁻¹ e, para a graxa, de 10.200 kcal kg⁻¹ (BRASIL, 2010).

Máquinas e implementos: para implementos e outros equipamentos, utilizou-se a metodologia descrita por Comitre (1993), que adotou os coeficientes energéticos encontrados por Doering III (1980), citado por Comitre (1993) correspondendo a $2.061 \text{ Mcal t}^{-1}$ para aqueles utilizados em todas as operações até a semeadura e $1.995 \text{ Mcal t}^{-1}$ para as demais operações pós-semeadura. Ainda conforme essa autora, os coeficientes utilizados para tratores e colhedoras foram $3.494 \text{ Mcal t}^{-1}$ e $3.108 \text{ Mcal t}^{-1}$, respectivamente. Com base nesses valores, foi utilizada a seguinte equação para expressar o valor energético de tratores, de colhedoras, de implementos e de equipamentos (COMITRE, 1993):

$$\text{Energia indireta para máquinas e implementos} = \frac{a+b+c+d}{\text{vida útil (h)}} \quad (3)$$

em que

a = massa das máquinas e implementos X coeficientes energéticos correspondentes;

b = 5% de “a”, referente a reparos;

c = número de pneus X massa dos pneus X coeficiente energético de referência; e

d = 12% de (a+b+c), referente a manutenções.

Pneus: considerou-se o coeficiente energético para os pneus de $20.500 \text{ Mcal t}^{-1}$ (COMITRE, 1993).

Fertilizantes sintéticos: os coeficientes energéticos adotados para os elementos foram os informados por Bueno (2002): $14.930 \text{ kcal kg}^{-1}$ para “N” (FELIPE JÚNIOR, 1984); $2.300 \text{ kcal kg}^{-1}$ para o “ P_2O_5 ” (LOCKERETZ, 1980); e, para o “ K_2O ”, $2.200 \text{ kcal kg}^{-1}$ (COX; HARTKINS, 1979), citados por (BUENO, 2002). Segundo Romero (2005), na conversão de unidades físicas em equivalentes energéticos, recomenda-se acrescentar $0,50 \text{ MJ kg}^{-1}$ de fertilizantes aplicados, referente ao gasto energético no transporte marítimo, em virtude da grande quantidade de adubo importado. O percentual de importação de cada fertilizante foi calculado a partir de tabelas de importações apresentadas pela Associação Nacional para Difusão de Adubo

(ANDA, 2009), sendo 75,0% para o “N”, 50,0% para o “P₂O₅” e 90,1% para o “K₂O”. Especificamente no caso do sulfato de amônio, estima-se que a importação seja de 87,8%.

Herbicida e inseticida sintéticos: Os coeficientes energéticos adotados para os agrotóxicos foram os mesmos utilizados por Romero (2005), o qual adotou 83.090 kcal kg⁻¹ para herbicida e 74.300 kcal kg⁻¹ para inseticida.

Adubos orgânicos e inseticida natural: não foram considerados os coeficientes energéticos desses “inputs”, por se tratar de produtos naturais. Para o primeiro, calculou-se apenas a energia necessária à sua aplicação e, para o segundo, além da aplicação, calculou-se também a energia necessária para a coleta das folhas e o preparo da calda.

Saídas energéticas: foi considerada como saída energética (*output*) a produtividade de milho alcançada para cada genótipo cultivado sob cada sistema tecnológico de manejo. O valor calórico da produção de grãos foi considerado como 3968,32 kcal kg⁻¹ (PIMENTEL *et al.*, 1973).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior consumo de energia no sistema sob baixo nível tecnológico correspondeu à operação de semeadura (TAB. 2). O que favoreceu esse resultado foi o valor energético das sementes, que foi de 490,46 MJ ha⁻¹ (TAB. 3), o que, por si só, representou um dispêndio de 64,90% do total de entradas energéticas nesse sistema. Segue-se o preparo do solo, representando 19,83% do dispêndio energético (TAB. 2). Quanto ao tipo de energia, verificou-se que a direta foi responsável por quase a totalidade do dispêndio energético desse sistema, representando 99,89%.

TABELA 2
Participação das operações do itinerário técnico no sistema sob baixo nível tecnológico

Operação	Entradas culturais	
	MJ ha ⁻¹	(%)
Preparo do solo	149,82	19,83
Semeadura manual	575,95	76,22
Controle de plantas espontâneas	12,68	1,68
Colheita	17,24	2,28
<u>TOTAL</u>	<u>755,69</u>	<u>100</u>

Fonte: Dados da pesquisa.

O sistema sob médio nível tecnológico apresentou entradas culturais superiores em 35,35% em relação ao observado no sistema anterior (TAB. 2 e 4). O que gerou essa diferença foi o maior emprego de energia industrial no sistema sob médio nível tecnológico, visto que a energia biológica foi inferior em apenas 4,87% em relação ao sistema anterior. Analisando os valores apresentados na TAB. 4, observa-se que, no sistema sob médio nível tecnológico, da mesma forma que no anterior, a maior participação quanto ao dispêndio energético ocorreu na operação de semeadura, pelos mesmos motivos já discutidos.

TABELA 3
Estrutura dos dispêndios energéticos, por tipo, fonte e forma no sistema sob baixo nível tecnológico

Tipo, fonte e forma	Entradas culturais	
	MJ ha ⁻¹	%
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>754,85</u>	<u>99,89</u>
<u>Biológica</u>	754,85	100,00
- Mão de obra	65,13	8,63
- Animal	199,26	26,40
- Sementes	490,46	64,97
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	0,84	0,11
<u>Industrial</u>	0,84	100,00
- Implementos	0,84	100,00
Entradas Culturais	755,69	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 4
Participação das operações do itinerário técnico no sistema sob médio nível tecnológico

Operação	Entradas culturais	
	MJ ha ⁻¹	(%)
Preparo do solo – gradagem	301,92	29,52
Adubação de semeadura	98,25	9,61
Semeadura manual	575,95	56,31
Controle de plantas espontâneas	12,68	1,24
Controle de lagarta do cartucho	7,53	0,74
Adubação de cobertura	9,24	0,90
Colheita manual	17,24	1,69
<u>TOTAL</u>	<u>1.022,81</u>	<u>100</u>

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse sistema, as fontes biológicas foram as mais importantes, representando 70,38% da entrada cultural total (TAB. 5). Esse valor se aproxima daquele encontrado por Campos *et al.* (2004), os quais, em um sistema orgânico de produção, encontraram um maior dispêndio de energia biológica, com 65,77% do total. Carmo *et al.* (1988), avaliando o balanço energético de 18 propriedades que adotaram princípios gerais da agricultura alternativa no estado de Minas Gerais e de São Paulo, também observaram que a maior dependência das unidades pesquisadas foi por fontes biológicas.

TABELA 5
Estrutura dos dispêndios energéticos, por tipo, fonte e forma no sistema sob médio nível tecnológico

Tipo, fonte e forma	Entradas culturais	
	MJ ha ⁻¹	%
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>1.010,94</u>	<u>98,84</u>
<u>Biológica</u>	719,82	71,20
- Mão de obra	96,25	13,41
- Animal	132,84	18,45
- Sementes	490,46	68,14
<u>Fóssil</u>	291,12	28,80
- Óleo diesel	283,46	97,37
- Lubrificante	5,03	1,73
- Graxa	2,63	0,90
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	11,87	1,16
<u>Industrial</u>	11,87	100,00
- Máquinas e implementos	11,87	100,00
Entradas Culturais	1.022,81	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Avaliando os dados expressos na TAB. 5, nota-se que a aplicação de energia não renovável foi menor que a aplicação de energia biológica, representando 28,46% do dispêndio energético total. Segundo Salla (2008), a adoção de técnicas alternativas de produção, como o plantio direto, o uso de combustíveis renováveis no sistema produtivo e industrial e a utilização de adubações orgânicas podem minimizar o gasto energético empregado na produção de milho. Campos *et al.* (2009) também destacam a necessidade de novos modelos tecnológicos que substituam o uso de combustíveis fósseis, pois, conforme esses autores, somente dessa forma, será possível proporcionar ao homem o conforto gerado pela mecanização e a maior produtividade agrícola e, também, a viabilização da sustentabilidade na agricultura, pelo uso de recursos renováveis. Carmo *et al.* (1988) sustentam que o desenvolvimento e o aperfeiçoamento dessas técnicas alternativas devem ser somados a políticas agrícolas adequadas para contribuir para a

maior absorção de contingentes energéticos biológicos e de menores impactos ambientais.

A entrada cultural total do sistema sob alto nível tecnológico (TAB. 6) foi significativamente superior à observada nos dois sistemas anteriores (TAB. 2 e 4).

TABELA 6
Participação das operações do itinerário técnico no sistema sob alto nível tecnológico

Operação	Entradas culturais	
	MJ ha ⁻¹	(%)
Gradagem aradora	652,01	4,48
Gradagem niveladora	301,92	2,08
Semeadura e adubação de semeadura	3.174,97	21,82
Aplicação de herbicida	2.290,00	15,74
Aplicação de inseticida	258,63	1,78
Adubação de cobertura	6.794,08	46,70
Colheita mecânica	1.077,86	7,41
<u>TOTAL</u>	<u>14.549,47</u>	<u>100,00</u>

Fonte: Dados da pesquisa.

Salla *et al.* (2010), avaliando o custo energético em um sistema convencional de produção de milho, encontraram 15.633,7 MJ ha⁻¹, superior em 1084,23 MJ ha⁻¹ ao encontrado no sistema sob alto nível tecnológico. Dentre os motivos pelos quais se gerou essa diferença, tem-se a inclusão do transporte interno de insumos e do transporte externo dos grãos até a indústria no itinerário técnico utilizado por aqueles autores. Em um cultivo de milho sob plantio direto, Melo *et al.* (2007), mesmo incluindo transporte no itinerário técnico, encontraram um valor inferior ao sistema em discussão (11.270,23 e 13.771,95 MJ ha⁻¹, para duas safras consecutivas).

O sistema sob alto nível tecnológico, ao contrário dos anteriores, apresentou maior dispêndio energético na operação de adubação de cobertura, seguido pela operação de semeadura e adubação de semeadura (TAB. 6). A maior parte das entradas culturais desse sistema foi oriunda dos fertilizantes sintéticos, com 54,97% do total (TAB. 7). Em seguida, destacou-se a utilização de energia fóssil, com 27,88% da participação na entrada

cultural total. Esse alto emprego de energia fóssil foi devido à utilização de tratores em todas as operações do itinerário técnico. Ainda analisando os resultados apresentados na TAB. 7, nota-se que a participação dos herbicidas aplicados no sistema também se destacou, pois foram responsáveis por 12,25% das entradas de energia.

Salla *et al.* (2010) relataram que os itens mais representativos do itinerário técnico na produção de milho num manejo convencional foram os insumos, com 77,5% do total das entradas culturais. Somando-se os dispêndios energéticos com sementes, fertilizantes, herbicidas e inseticidas nesta pesquisa (TAB. 7), encontra-se um valor aproximado a esse, com 70,61% das entradas culturais. Analisando sistemas familiares de produção de algodão, Romero (2005) constatou que a participação da energia de fonte industrial predominou sobre a energia fóssil e, por sua vez, ambas predominaram sobre a fonte de energia biológica utilizada, o que também foi verificado na pesquisa em questão.

Zanini *et al.* (2003) advertiram que, apesar de a semente de milho ser a fonte geradora que possibilita a produção, constitui um dos componentes de menor peso no balanço energético. Isso também foi observado nesta pesquisa, onde, sob alto nível tecnológico as sementes representaram apenas 3,37% das entradas culturais. Como já foi discutido, nos sistemas sob baixo e médio níveis tecnológicos, observou-se o contrário, onde as sementes foram o componente de maior importância enquanto detentoras de energia.

TABELA 7
Estrutura dos dispêndios energéticos, por tipo, fonte e forma no sistema sob alto nível tecnológico

Tipo, fonte e forma	Entradas culturais	
	MJ ha ⁻¹	%
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>4.554,79</u>	<u>31,31</u>
<u>Biológica</u>	498,88	10,95
- Mão de obra	8,42	1,69
- Sementes	490,46	98,31
<u>Fóssil (c)</u>	4.055,91	89,05
- Óleo diesel	3.950,23	97,39
- Lubrificante	56,60	1,40
- Graxa	49,08	1,21
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>9.994,68</u>	<u>68,69</u>
<u>Industrial</u>	9.994,68	100,00
- Máquinas e implementos	211,20	2,11
- Fertilizantes	7.997,30	80,02
- Herbicidas	1.781,70	17,83
- Inseticida	4,48	0,04
Entradas Culturais	14.549,47	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Quesada *et al.* (1987), em estudos sobre a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul, verificaram que 47,60% da energia foram advindas do óleo diesel, 25,15% dos defensivos e 10,96% dos fertilizantes. Na produção de silagem de milho sob plantio direto, Zanini *et al.* (2003) destacaram que o consumo de energia foi de 47,74%, para os combustíveis e lubrificantes; de 25,15%, para os defensivos e 10,96%, para os fertilizantes químicos. Avaliando os resultados apresentados por Quesada *et al.* (1987) e por Zanini *et al.* (2003), verifica-se que a ordem de importância da participação de cada tipo de energia não foi a mesma desta pesquisa. Contudo, de maneira geral, nota-se que as entradas dependentes de energias não renováveis nesses trabalhos desatacaram-se das demais entradas, o que foi também observado nesta pesquisa. Devido aos problemas relativos ao custo de energia e à esgotabilidade, e considerando a atual crise energética, o elevado consumo

de energia não renovável torna o item o principal estrangulador desse sistema de manejo.

Na pesquisa em discussão, observou-se que a mão de obra representou 8,62% das entradas culturais no sistema sob baixo nível; 9,41% das entradas no sistema sob médio nível e 0,06% das entradas sob alto nível tecnológico. Verificou-se, assim, maior importância social dos dois primeiros sistemas, comparando-os ao último, devido à maior capacidade empregadora de mão de obra rural, gerando renda aos diversos agentes envolvidos no processo, principalmente sob a ótica da agricultura familiar, visto que, conforme dados do IBGE (2009), esse segmento, em 2006, ocupava 74,4% da mão de obra do meio rural, representava 84,4% dos estabelecimentos agrícolas brasileiros e era responsável por 46% da produção de milho no país. Bueno e Romero (2006) também relataram a importância social da cultura do algodão para a agricultura familiar, devido ao número de empregos que gera direta e indiretamente. Isso favorece a permanência do homem no campo, reduzindo o êxodo rural e o consequente crescimento dos cinturões de pobreza em torno das cidades à procura de trabalho.

Como já mencionado, não foi possível calcular a eficiência energética para o sistema sob baixo nível tecnológico, pois não houve entradas de energia fóssil nesse sistema. Avaliando os índices correspondentes à eficiência energética apontados pelos demais sistemas de manejo, nota-se que, independente do genótipo, aqueles referentes ao médio nível tecnológico ultrapassam em 10 vezes aos referentes ao alto nível tecnológico (TAB. 8). Foge a essa relação apenas a variedade crioula Argentino, cuja eficiência energética no sistema sob médio nível tecnológico foi 8,9 vezes superior à do sistema sob alto nível tecnológico, o que não deixa de ser, como no caso dos outros genótipos, uma diferença significativa. A média geral para o sistema sob médio nível tecnológico foi de 299,01 e, para o alto nível, de 26,90. Interpretando-se essas médias, verifica-se que para cada unidade de energia fóssil utilizada no sistema sob médio nível tecnológico, o retorno foi de 298,01 unidades de energia na produção de grãos e, no sistema sob alto nível tecnológico, o retorno foi de apenas 25,90 unidades.

Pesquisando a cultura do milho sob sistema de produção orgânica e convencional, Campos *et al.* (2004) também observaram maior eficiência energética do primeiro em relação ao segundo. Esses autores notaram também que essa diferença foi mais acentuada entre os híbridos do que as variedades comerciais e crioulas, o que. Esta pesquisa corrobora, em parte, esses resultados, visto que a variedade crioula BR da Várzea apresentou comportamento semelhante aos híbridos, ao passo que a variedade Argentino demonstrou menor eficiência. Almeida (2007), estudando quatro sistemas de manejos diferentes, também verificou que, quanto maior a aplicação de tecnologia dependente de energia fóssil, menor foi a eficiência energética. A eficiência energética do sistema sob alto nível tecnológico se assemelha ao encontrado por Bueno (2002) e Campos *et al.* (2004), para a cultura do milho, sob sistema de produção convencional, que foi de 25,99 e 21,95, respectivamente.

A energia cultural líquida, que, conforme Bueno (2002), representa o desempenho energético de um agroecossistema, foi de 66.840,01, 86.024,63 e 94.542,01 MJ ha⁻¹, para o baixo, médio e alto níveis tecnológicos, nessa ordem. Em termos comparativos, nota-se que esse índice foi superior no sistema sob alto nível tecnológico, superando em 9,90 e 29,30% em relação àqueles apresentados pelo médio e baixo níveis tecnológicos, respectivamente. Isso pode ser explicado pela maior produtividade alcançada pelas plantas sob alto nível tecnológico, que foi de 6.566,02 kg ha⁻¹. A produtividade no sistema sob baixo nível tecnológico foi de 4.068,46 kg ha⁻¹ e, para o sistema sob médio nível, de 5.239,23 kg ha⁻¹.

TABELA 8

Análise energética da produção de grãos de milho, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos

Sistemas tecnológicos	Genótipos	Entradas culturais (MJ ha ⁻¹) (a)	Saídas úteis (MJ ha ⁻¹) (b)	Energia fóssil (MJ ha ⁻¹) (c)	Eficiência energét. (b/c)	Energia cultural líquida (MJ ha ⁻¹) (b-a)	Eficiênc. cultural (b/a)	Balanco energético (MJ ha ⁻¹) (b-c)
Baixo nível	Argentino	755,69	40.759,42	-	-	40.003,73	53,94	40.759,42
	BR da Várzea		67.857,35			67.101,66	89,80	67.857,35
	Híb. duplo		91.254,17			90.498,48	120,76	91.254,17
	Híb. simples		70.511,85			69.756,16	93,31	70.511,85
Médio nível	Argentino	1.022,81	50.569,17	291,12	173,71	49.546,36	49,44	50.278,05
	BR da Várzea		104.053,71		357,43	103.030,90	101,73	103.762,59
	Híb. duplo		109.236,21		375,23	108.213,40	106,80	108.945,09
	Híb. simples		84.330,66		289,68	83.307,85	82,45	84.039,54
Alto nível	Argentino	14.549,47	79.327,72	4.055,91	19,56	64.778,25	5,45	75.271,81
	BR da Várzea		128.119,49		31,59	113.570,02	8,81	124.063,58
	Híb. duplo		130.026,30		32,06	115.476,83	8,94	125.970,39
	Híb. simples		98.892,41		24,38	84.342,94	6,80	94.836,50

Fonte: Dados da pesquisa.

Essa diferença também foi relatada por Melo *et al.* (2007), comparando o balanço energético de milho em duas safras consecutivas, justificando essa diferença, da mesma forma, devido à melhor produtividade de uma safra sobre a outra. Bueno (2002), avaliando um sistema de produção convencional, encontrou uma energia cultural líquida de $70.658,34 \text{ MJ ha}^{-1}$, inferior aos sistemas sob médio e alto níveis tecnológicos. Sob sistema de plantio direto, Santos (2006) observou uma energia cultural líquida superior ($115.388,28 \text{ MJ ha}^{-1}$).

A maior eficiência cultural foi alcançada pelo sistema sob baixo nível tecnológico, cuja média geral foi de 89,45, ou seja, a cada unidade de energia empregada nesse sistema, subtraindo-se a unidade investida, o retorno foi de 88,45. Esse retorno foi significativamente inferior no sistema sob alto nível tecnológico onde, para cada unidade de energia empregada, geraram-se apenas 6,50 unidades, levando em consideração que a média geral da eficiência cultural desse sistema foi de 7,50. A eficiência cultural do sistema sob médio nível tecnológico também foi alta em relação a esse último sistema, alcançando uma média geral de 85,11. Almeida (2007), pesquisando quatro sistemas de manejo da cultura do milho, notou que aquele que recebeu maior aplicação de energia direta apresentou a menor eficiência cultural, como foi o caso desta pesquisa. Comparando a eficiência energética de um sistema de manejo orgânico e convencional, Campos *et al.* (2004) encontraram 38,21 e 21,95, respectivamente. A diferença desse índice entre os sistemas de manejo da pesquisa em questão foi maior que aquela demonstrada por esses autores, o que pode ser explicado por adversidades no itinerário técnico e em alguns cálculos, onde esses autores consideraram a energia embutida no húmus de minhocas e no biofertilizante. O cultivo do milho sob sistema de plantio direto também possui eficiência cultural superior ao cultivo sob sistema convencional (SANTOS, 2006). Analisando os resultados apresentados por Campos *et al.* (2004), Santos (2006) e Almeida (2007), conjuntamente com os resultados obtidos nesta pesquisa, nota-se que os sistemas convencionais de cultivo são menos eficientes, do ponto de vista energético, comparando-os a outros sistemas de manejo.

Contudo, baseando-se em Schroll (1994), citado por Campos *et al.* (2009), que sugere como sustentáveis os índices de eficiência energética acima de dois, independente do sistema de manejo, a produção de milho tem-se mostrado como uma cultura de sustentabilidade ecológica. Carmo *et al.* (1988), avaliando o desempenho energético de várias propriedades, verificaram que, de modo geral, aquelas que apresentaram as maiores eficiências energéticas foram aquelas em que se cultivam grãos, incluindo o milho.

Como não houve a entrada de fontes não renováveis no sistema de manejo sob baixo nível tecnológico, a média geral do balanço energético foi a mesma obtida no cálculo das saídas úteis (TAB. 8), ou seja, 67.595,70 MJ ha⁻¹. Porém, devido à menor produtividade de grãos observada nesse sistema, o balanço energético dos demais sistemas foi superior, sendo, em termos relativos, 22,09 e 35,64% maior para o médio e alto níveis tecnológicos, respectivamente. Apesar de o alto nível tecnológico ter apresentado um balanço energético mais favorável, ressalta-se que, como foi destacado por Carmo *et al.*, (1988), que, nesse tipo de sistema de manejo, o incremento energético é maior ao correspondente ganho na produção, ou seja, produz-se mais, porém a custo de quantidades muito maiores de insumos, com alto teor calórico.

Isso fica mais evidente ao analisar os resultados obtidos para a eficiência produtivo-energética (TAB. 9), onde a média geral apontada pelo sistema sob alto nível tecnológico foi expressivamente inferior às médias dos demais sistemas de manejo. Em termos numéricos, para cada megajoule aplicado no sistema sob alto nível tecnológico, foi gerada uma produção de 0,45 kg de grãos de milho na colheita. Ao passo que, para a mesma quantidade de energia aplicada no sistema sob médio nível tecnológico, foram geradas 11,98 vezes esse valor na produção de grãos, ou seja, 5,39 kg. No sistema sob baixo nível tecnológico, foram gerados 5,38 kg de grãos na colheita, ou seja, 11,95 vezes a produção do sistema mais tecnificado e praticamente o mesmo valor encontrado no sistema sob médio nível tecnológico.

TABELA 9

Valores médios, em kg MJ⁻¹, da eficiência produtivo-energética na produção de grãos, em função de sistemas tecnológicos de manejo e de genótipos de milho

Genótipos	Sistemas tecnológicos de manejo			Médias de cada genótipo
	Médio	Baixo	Alto	
Híbrido duplo	6,43	7,27	0,54	4,74 A
BR da Várzea	6,12	5,40	0,53	4,02 A
Híbrido simples	4,96	5,62	0,41	3,66 AB
Argentino	4,03	3,25	0,33	2,53 B
Médias de cada sistema	5,39 a	5,38 a	0,45 b	
CV(%)	25,58			

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando isoladamente cada genótipo, quanto à eficiência produtivo-energética, nota-se que não apenas o tipo de sistema de manejo influencia esse índice, mas também os genótipos comportam-se de maneira diferenciada (TAB. 9). A média obtida com a variedade crioula Argentino foi inferior àquelas obtidas com o híbrido duplo e com a variedade crioula BR da Várzea, diferenciando-se estatisticamente dessas. Por outro lado, não se detectou diferença estatística com a média obtida a partir do híbrido simples. Isso significa que, ao ser comparada com os outros genótipos testados, essa variedade mostrou-se menos eficiente na conversão de energia em produção final de grãos, independente do sistema tecnológico de manejo. O híbrido simples, por não ter se diferenciado estatisticamente dos materiais testados, demonstrou um comportamento mediano. Por outro lado, a variedade crioula BR da Várzea apresentou potencial em gerar energia tanto quanto o híbrido duplo. Isso demonstra que a eficiência produtivo-energética a partir da cultura do milho não é dependente apenas do sistema de manejo, mas também do genótipo.

Em conformidade com Carmo (1998), dentre as principais características para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, é necessário que a mesma possua alta eficiência energética e recicle grande parte da energia introduzida e produzida. A relação entre as saídas e as entradas de energia é proposta como um modo mais inclusivo de se avaliar a sustentabilidade de um sistema agropecuário (FRIGO *et al.*, 2008). Assim, apesar da energia cultural líquida e do balanço energético terem sido mais favoráveis ao sistema sob alto nível tecnológico, por outro lado, a eficiência cultural e a eficiência produtivo-energética para o médio e baixo níveis tecnológicos foram superiores de maneira muito mais expressiva em relação ao alto nível tecnológico. A eficiência energética do sistema sob médio nível tecnológico também foi superior em relação à eficiência do sistema sob alto nível tecnológico. Pode-se inferir, dessa forma, uma maior sustentabilidade dos sistemas de manejo sob baixo e médio níveis tecnológicos. Alguns autores como Carmo *et al.* (1988), Campos *et al.* (2009) e Bueno *et al.* (2010), ao realizarem estudos de abordagem energética, priorizaram a eficiência energética, o que pode demonstrar melhor representatividade desse parâmetro em relação aos demais.

4 CONCLUSÃO

No cultivo do milho sob baixo e médio níveis tecnológicos, a operação de semeadura apresenta maior dispêndio energético, ao passo que, sob alto nível tecnológico, o maior dispêndio é observado na operação de adubação de cobertura.

Quanto ao tipo de energia, nos sistemas sob baixo e médio níveis tecnológicos, predomina a energia direta e, sob alto nível tecnológico, predomina a energia indireta.

Segundo a origem, a energia biológica destaca-se nos sistemas sob baixo e médio níveis tecnológicos. Sob alto nível tecnológico, a energia de maior importância é a de fonte industrial.

Na cultura do milho, a energia cultural líquida e o balanço energético são mais favoráveis ao sistema sob alto nível tecnológico. Por outro lado, a eficiência cultural para o médio e baixo níveis tecnológicos é expressivamente superior. A eficiência energética do sistema sob médio nível tecnológico também é superior em relação à eficiência energética do sistema sob alto nível tecnológico, não sendo possível o cálculo para o baixo nível tecnológico, devido à inexistência de energia fóssil no mesmo.

Os sistemas sob baixo e médio níveis tecnológicos apresentam eficiência produtivo-energética equivalentes, sendo, respectivamente, de 5,38 e de 5,39 kg MJ⁻¹. Sob alto nível tecnológico, a eficiência produtivo-energética, a partir da cultura do milho é de 0,45 kg MJ⁻¹. Em relação aos demais genótipos, a variedade crioula Argentino possui menor eficiência produtivo-energética que a variedade crioula BR da Várzea e híbrido duplo SHS 4080. A variedade crioula BR da Várzea, por outro lado, apresenta potencial em gerar energia tanto quanto os híbridos utilizados.

De maneira geral, nas condições desta pesquisa, a maior sustentabilidade na cultura do milho é atingida, ao se utilizar o sistema de manejo sob médio nível tecnológico e a menor, sob alto nível tecnológico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. C. F. **Avaliação energética econômica da cultura do milho em assentamento rural, Iperó/SP**. 2007. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2007.

ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JUNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 30, n.1, p. 23-29, 2000.

ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B.; TOMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, DF, v.4, n. 21, p. 16-21, 2001.

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 645-671.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Estatísticas: produção nacional de fertilizantes intermediários e importação de fertilizantes intermediários**. São Paulo, 2009. Disponível em: <www.anda.org.br/estatisticas.aspx>. Acesso em: 15 nov. 2009.

ANDREOLI, C.; ANDRADE, R. V.; ZAMORA, S. A.; GORDON, M. Influência da germinação da semente e da densidade de semeadura no estabelecimento do estande e na produtividade de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 24, n. 2, p. 1-5, 2002.

ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

ARF, O.; FERNANDES, R. N.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; ANDRADE, J. A. C. Manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v. 29, n. 2, p. 211-217, 2007.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: Novartis, 1997. 114 p.

BALARDIN, R. S.; DALLAGNOL, L. J.; DIDONÉ, H. T.; NAVARINI, L. Influência do fósforo e do potássio na severidade da ferrugem-da-soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 5, p. 462-467, 2006.

BASTOS, C. S.; GALVÃO, J. C. C.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, P. R. G.; CECON, P. R. Nutrient content affecting *Spodoptera frugiperda* and *Dalbulus maidis* occurrence in corn. **Insect Science**, Victoria, Australia v. 14, n. 2, p. 117-123, 2007.

BECK, D.; BANZIGER, M.; PALIWAL S.; SETIMEL, P. Produção de semente de variedades de polinização aberta de milho. In: SETIMELA, P. S.; MONYO, B.; BÄNZIGER, E. (Ed.). **Produção de sementes de culturas alimentares na região da SADC**: Manual 1. México, D.F.: CIMMYT. 2004. p. 27-34. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/handle/56187>>. Acesso em: 01 dez. 2010.

BEDENDO, I. P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p. 331-342.

BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F. **Agricultores guardiões de sementes e o desenvolvimento in situ de cultivares crioulas**. 2008. Disponível em:<http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/guardioes/index.htm>. Acesso em: 02 mai. 2009.

BISOGNIN, D. A.; CIPRANDI, O.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F. Potencial de variedades de polinização aberta de milho em condições adversas de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p.29-34, 1997.

BOEF, W. S. Biodiversidade e agrobiodiversidade. In: BOEF, W. S.; THIJSEN, M. H.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. (Org.) **Biodiversidade e agricultores**: fortalecendo o manejo comunitário. Porto Alegre: L&PM, 2007. p. 36-40.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco energético nacional 2010**: ano base 2009: resultados preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2010. 276 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva do milho**. Brasília, DF: IICA, MAPA/SPA, 2007. 108 p.

BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2002.

BUENO, O. C.; COLEN, F.; CAMPOS, A. T. Eficiência energética de agroecossistemas como indicador de sustentabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 7., 2010, São Paulo. **Anais...** Itajubá: Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, 2010. p. 1-9.

BUENO, O. C.; ROMERO, M. G. C. Participação da energia fóssil no agroecossistema algodão em explorações agrícolas familiares. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Anais online**. Campinas: NIPE/UNICAMP, 2006. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022006000200023&lng=en&nrm=iso Acesso em: 15 dez. 2010

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSK, E. S.; SOUZA, C. V.; ZANINI, A.; PRESTES, T. M. V. Análise energética da produção de soja em sistema plantio direto. **Global Science and Technology**, Goiânia, GO, v. 2, n. 2, p. 38-44, 2009.

CAMPOS, A. T.; ZONIN, W. J.; SILVA, N. L. S., GOUVEA, A.; GRECO, M. Balanço de energia em sistemas orgânico e convencional de produção de milho. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. **Anais online** Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022004000100028&lng=en&nrm=abn. Acesso em: 15 dez. 2010.

CÁRCOVA, J.; URIBELARREA, M.; BORRÁS, L.; OTEGUI, M. E.; WESTGATE, M. E. Synchronous pollination within and between ears improves kernel set in maize. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 4, p. 1056-1061, 2000.

CARMO, M. S. A produção familiar como *locus* ideal da agricultura sustentável. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, SP, v. 45, n. 1, p.1-15, 1998.

CARMO, M. S.; COMITRE, V.; DULLEY, R. D. Balanço energético de sistemas de produção na agricultura alternativa. **Agricultura em São Paulo – Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, São Paulo, SP, v. 35, n. 1, p. 87–97, 1988.

CARVALHO, A.; GONÇALVES, G. G.; RIBEIRO, J. J. C. **Necessidades energéticas de trabalhadores rurais e agricultores na sub-região Vitícola de “Torres”**. Oeiras: Instituto Gulbenkian de Ciência, Centro de Estudos de Economia Agrária, 1974. 79 p. *apud* BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2002.

CESARINO, R. O. **Milho fertirrigado com dejetos líquidos de suínos para ensilagem**. 2006. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2006.

CFSEMG. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Adubação orgânica. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 87-92.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 2. ed. Porto Alegre: L&PM, 1999. 272 p.

CIVIDANES, F. J.; YAMAMOTO, F. T. Pragas e inimigos naturais na soja e no milho cultivados em sistemas diversificados. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 59, n. 4, p. 683-687, 2002.

CLEVELAND, C. J. The direct and indirect use of fossil fuels and electricity in USA agriculture, 1910-1990. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 55, n. 2, p.111-121, 1995.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto, SP**. 1993. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Planejamento Agropecuário) – Faculdade de Engenharia Agrícola (FEA), Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1993.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, SP, v. 29, n. 2, p. 277-287, 2009.

COX, G. W.; HARTKINS, M. D. Energy costs of agriculture. **Agricultural Ecology**. p. 597-629, 1979 *apud* BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2002.

CRUZ, I.; CIOCIOLA JUNIOR, A. I. Manejo de pragas da cultura de milho em sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 27, n. 233, p. 66-80, 2006.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J. O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Sete Lagoas, Embrapa Sorgo e Milho, 2006. 17p. (Circular Técnica, 81).

CRUZ, J. C.; MONTEIRO, J. A.; SANTANA, D. P.; GARCIA, J. C.; BAHIA, F. G. F. T. C.; SANS, L. M. A.; PEREIRA FILHO, I. A. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1996. 204 p.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 12, n. 1, p. 62-68, 2008.

CUSTÓDIO, D. P.; PASQUALETTO, A.; OLIVEIRA, I. P. Comportamento de cultivares de milho (*Zea mays*) e sistemas de cultivo. 2003. Disponível em: <http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/artigo_04.pdf> Acesso em: 15 out. 2010.

DINIZ NETO, M. A.; TÁVORA, F. J. A. F.; CRISÓSTOMO, L. A.; DINIZ, B. L. M. T. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. II - Componentes das fases vegetativas e reprodutivas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 40, n. 3, p. 417-426, 2009.

DOERING III, O. C. Accounting for energy in farm machinery and buildings. In: PIMENTEL, D. (Ed.), **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Flórida: CRC Press, 1980. p. 9-14 *apud* COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto, SP**. 1993. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Planejamento Agropecuário) – Faculdade de Engenharia Agrícola (FEA), Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1993.

EVANS, L. T. Processes, genes, and yield potential. In: BUXTON, D. R.; SHIBLES, R.; FORSBERG, R. A.; BLAD, B. L.; ASAY, K. H.; PAULSEN, G. M.; WILSON, R. F. (Ed.). **International crop science**. Madison: Crop Science Society of America, 1993. v. 1, p.687-696 *apud* FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n.3, p. 399-407, 2006.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Amostragem seqüencial com base na Lei de Taylor para levantamento de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 58, n. 2, p. 395-399, 2001.

FELIPE JUNIOR, G. Considerações sobre a evolução da indústria de fertilizantes nitrogenados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, 1984, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA-DEP, 1984. p.21-71 *apud* BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP.** 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2002.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n.3, p. 399-407, 2006.

FREITAS, F. E. O. **Seleção genética para precocidade em uma população segregante de milho (zea mays L.).** 2008. 69p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

FRIGO, M. S.; BUENO, O. C.; ESPERANCINI, M. S. T. Análise energética da cultura de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em sistema de sequeiro: estudo de caso. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, SP, v. 23, n. 1, p. 90-98, 2008.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologias de produção de milho.** Viçosa: UFV, 2004. 366 p.

GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J. O. Importância do milho em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 27, n. 233, p. 7-12, 2006.

GIMÉNEZ PECCI, M. P.; OLIVEIRA, E.; RESENDE, R. O.; LAGUNA, I. G.; CONCI, L. R.; AVILA, A.; HERRERA, P.; GALDEANO, E.; VIRLA, E.; NOME, C. F. Ocorrência de doenças causadas por mollicutes e por vírus em milho nas Províncias de Tucumán e de Córdoba na Argentina. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 4, p. 403-407, 2002.

HARTVIGSEN, G.; WAIT, D. A.; COLEMAN, J. S. Tri-trophic interactions influenced by resource availability: predator effects on plant performance depend on plant resources. **Oikos**, v. 74, p. 463-468, 1995 *apud* BASTOS, C. S.; GALVÃO, J. C. C.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, P. R. G.; CECON, P. R. Nutrient content affecting *Spodoptera frugiperda* and *Dalbulus maidis* occurrence in corn. **Insect Science**, Victoria, Australia, v. 14, n. 2, p. 117-123, 2007.

HALL, A. J.; LEMCOFF, J.; TRÁPANI, N. Water stress before and during flowering in maize and its effects on yield, its components, and their determinants. **Maydica**, Bergamo, Itália, v. 26, n. 1, p. 19-38, 1981 *apud* LIMA, J. L. **Controle genético do florescimento em milho**. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

HESLES, J. B. S. **Objetivos e princípios da análise energética, análise de processos industriais, análise energética: métodos e convenções**. Rio de Janeiro: AIECOPPE/UFRJ, 1981. 137p. Preprint *apud* BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

IBGE. **Censo agropecuário: agricultura familiar 2006**. Rio de Janeiro: IBGE: 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?idn_oticia=1466>. Acesso em 17 dez. 2010. (Comunicação social, 30 de setembro de 2009)

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 out. 2010.

INSTITUTO FNP. **Agrianual 2007: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2007. 520p.

LOCKERETZ, W. Energy inputs for nitrogen, phosphorus and potash fertilizers. In: PIMENTEL, D. (Ed.), **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1980. p. 23-26 *apud* BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2002.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. T.; MIRANDA, G. V.; COELHO, C. H. M.; GUIMARÃES, L. J. M. **Resposta de variedades de milho a níveis e fontes de nitrogênio**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 27p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 93)

MACHADO, C. T. T.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; MACHADO, A. T. Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo. **Bragantia**, Campinas, SP, v.58, n.1, p.109-124, 1999.

MACHADO, C. T. T. **Avaliação da eficiência de utilização de fósforo de variedades locais de milho (*Zea mays* L.)**. Itaguaí, 1995. 131 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1995.

MALASSIS, L. **Économie agro-alimentaire I: économie de La consommation et de la production agro-alimentaire**. Paris: Cujas, 1973. 437 p. *apud* COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto, SP**. 1993. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Planejamento Agropecuário) – Faculdade de Engenharia Agrícola (FEA), Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1993.

MAGALHÃES, P. C. Aspectos fisiológicos da cultura do milho irrigado. In: RESENDE, M.; ALBURQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. (Ed.). **A cultura do milho irrigado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 43-66.

MAGNAVACA, R.; PARENTONI, S. N. Cultivares x Híbridos: conceitos básicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 14, n. 165, p. 5-8, 1990.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MATZENAUER, R. **Indicações técnicas para a cultura de milho no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2001, 195p. (Boletim Técnico, 7).

MELLO, R. **Análise energética de agroecossistemas: o caso de Santa Catarina**. 1986. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1986.

MELO, D.; PEREIRA, J. O.; SOUZA, E. G.; FILHO, A. G.; NÓBREGA, L. H. P.; PINHEIRO NETO, R. Balanço energético do sistema de produção de soja e milho em uma propriedade agrícola do oeste do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR. v. 29, n. 2, p.173-178, 2007.

MENEGUETTI, G. A.; GIRARDI, J. L.; REGINATTO, J. C. Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável. **Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Porto Alegre, RS, v. 3, n. 1, p. 12-17, 2002.

MEROTTO JUNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; HAVERROTH, H. S. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 29, n. 4, p. 595-601, 1999.

MOREIRA, L. B.; LOPES, H. M.; SILVA, E. R. Efeitos do tamanho de sementes, adubação orgânica e densidade de semeadura sobre o comportamento agrônomo de milho (*Zea mays* L.). **Agronomia**, Itaguaí, RJ, v. 36, n. 1/2, p. 37-41, 2002.

MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R.; GUIMARÃES, L. M. A rare syndrome of corn smut. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 4, p. 782, 2001.

NICOLAU SOBRINHO, W.; SANTOS, R. V.; SOUSA, A. A.; VITAL, A. F. M. FARIAS JÚNIOR, J. A. Fontes de adubação na cultura do milho no semi-árido. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, Patos, PB, v. 4, p. 48-54, 2008.

NONAMI, H.; WU, Y.; BOYER, J. S. Decreased growth - induced water potential: a primary cause of growth inhibition at low water potentials. **Plant physiology**, Rockville, v. 114, n. 2, p. 501-509, 1997.

ODUM, H. T. Energetics of food production. In: THE WORLD FOOD PROBLEM: report of the Science Advisory Committee, Panel on World Food Supply. Washington, D.C.: The White House, 1967. v. 3, p. 55-94.

OLIVEIRA, E.; FERNANDES, F. T.; CASELA, C. R.; PINTO, N. F. J. A.; FERREIRA, A. S. Diagnose e controle de doenças na cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Ed.). **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, 2004. p. 228-268.

OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, F. T.; PAIVA, E.; RESENDE, R. O.; KITAJIMA, E. W. Enfezamento pálido e enfezamento vermelho na cultura do milho no Brasil central. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n.1, p. 45-47, 1998.

PANTALEÃO, M. J.; FREITAS SOBRINHO, J. D. Sementes da vida: camponeses resgatando as sementes crioulas em Goiás. **Agriculturas**, Goiânia, GO, v. 4, n. 3, p. 10-12, 2007.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W.; NUNES, G. H. S.; SOUZA, R. O.; SILVA, A. D. Comportamento de cultivares de milho nos tabuleiros costeiros do Estado de Alagoas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 2, p. 54-63, 2010.

PIMENTEL, D.; HURD, L. E.; BELLLOTTI, A. C.; FORSTER, M. J.; OKA, I. N.; SHOLES, O. D.; WHITMAN, R. J. Food production and the energy crises. **Science**, Washington, DC, v. 182, n. 4111, p. 443-9, 1973.

PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. H. **Alimentação, energia e sociedade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1990, 301p. Título original: Food, Energy and Society, Tradução de Henrique de Barros.

PINTO, N. F. J. A. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 3, n. 1, p. 134-138, 2004.

PINTO, N. F. J. A.; SANTOS, M. A.; WRUCK, D. S. M. Principais doenças da cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 27, n. 233, p. 82-94, 2006.

PRACUCHO, T. T. G. M. **Análise energética e econômica da produção de milho (*Zea mays*) em sistema de plantio direto em propriedades familiares no município de Pratânia-SP**. 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu.

QUESADA, G. M.; BEBER, J. A. C.; SOUZA, S. P. Balanços energéticos: uma proposta metodológica para o Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, v. 39, n. 1, p. 20-28, 1987.

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005. 415 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. D.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 338p.

RISOUD, B. Développement durable et analyse énergétique d'exploitations agricoles. **Économie Rurale**, n. 252, p.16-27, 1999 *apud* SILVEIRA, J. T. **Análise energética da produção de leite bovino na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro – ICA/UFMG, em Montes Claros – MG**. 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros. 2010.

ROMERO, M. G. C. **Análise energética e econômica da cultura de algodão em sistemas agrícolas familiares**. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu. 2005.

SALLA, D. A. **Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho**. 2008. 168 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu. 2008.

SALLA, D. A.; FURLANETO, F. P. B.; CABELLO, C.; KANTHACK, R. A. D. Estudo energético da produção de biocombustível a partir do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 40, n. 9, p. 2017-2022, 2010.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; LECH, V. A.; GRACIETTI, L. C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001. SANGOI, L.; ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.;

MINETTO, T. J.; BISOTTO, V.. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 33, n. 6, p. 1021-1029, 2003.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; BOGO, A.; KOTHE, D. M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 30, n. 1, p.17-21, 2000.

SANTOS, H. P.; IGNACZAK, J. C.; LHAMBY, J. C. B; BAIER, A. C. Conversão e balanço energético de sistemas de sucessão e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 31, n. 2, p. 191-98, 2001.

SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A.; SILVA, F. M.; SANTOS, E. A.; FERREIRA, L. R. Avaliação do carfentrazone-ethyl como dessecante em pré-colheita de sementes de feijão. **Revista Ceres**, v. 52, n. 304, p. 831-843, 2005.

SANTOS, M. X.; ANDRADE, C .L. T.; OLIVEIRA, A. C.; LEITE, C. E. P.; CARVALHO, H. W. L.; GAMA, E. E. G.; PACHECO, C. A. P.; GUMARÃES, P. E. O.; PARENTONI, S. N. Comportamento de híbridos de milho selecionados e não selecionados para ASI sob estresse de água no florescimento e no enchimento de grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 2, n. 2, p.71-81, 2003.

SANTOS, R. R. **Análise energética do milho em sistema de plantio direto em assentamento rural, Itaberá/SP**. 2006. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu. 2006.

SCHONS, A. **Crescimento e desenvolvimento da mandioca e do milho em cultivo solteiro e consorciado**. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.

SCHROLL, H. Energy-flow and ecological sustainability in Danish agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 5, p. 301-310, 1994 *apud* CAMPOS, A. T.; KLOSOWSK, E. S.; SOUZA, C. V.; ZANINI, A.; PRESTES, T. M. V. Análise energética da produção de soja em sistema plantio direto. **Global Science and Technology**, Goiânia, GO, v. 2, n. 2, p. 38-44, 2009.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A. C. **Plantio direto e resistência das culturas às doenças**. Piracicaba: POTAFOS. 1999. 3 p. (Informações Agronômicas, n. 88).

SERRA, G. E.; HEEZEN, A. M.; MOREIRA, J. R.; GOLDEMBERG, J. **Avaliação da energia investida na fase agrícola de algumas culturas.** Brasília, DF: Ministério da Indústria e Comércio, Secretaria de Tecnologia Industrial, 1979. 86 p.

SILVA, A. A.; VARGAS, L.; WERLANG, R. C. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Ed.) **Tecnologias de produção do milho.** Viçosa, MG: UFV, 2004a. p. 269-310.

SILVA, D. M. F.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Produção de milho híbrido no Estado do Ceará: aspectos tecnológicos, competitivos, geração de emprego e renda. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 44, n. 1, mar. 2006.

SILVA, J.; LIMA e SILVA, P. S.; OLIVEIRA, M.; BARBOSA e SILVA, K. M. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 326-33, 2004b.

SILVA, N. C. A.; TEIXEIRA, T. S.; LOPES, N. F.; ROCHA, G. P.; ALVARENGA, A. C. Ensaio regional de milho crioulo: estratégia participativa para conservação da agrobiodiversidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6., 2009, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: Associação Brasileira de Agroecologia, 2009, p. 18-22.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Porto Alegre, RS, v. 2, n. 2, p. 136-141, 2007.

SILVEIRA, J. T. **Análise energética da produção de leite bovino na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro – ICA/UFMG, em Montes Claros – MG.** 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros. 2010.

SPANER, D.; BRATHWAITE, R. A. I.; MATHER, D. E. Mass selection for ear size to improve green maize yield in a West Indian landrace. **Plant Varieties and Seeds**, London, v. 10, n. 2., p. 121-128, 1997 *apud* FERREIRA, J. M.; MOREIRA, R. M. P.; HIDALGO, J. A. F. Capacidade combinatória e heterose em populações de milho crioulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 2, p. 332-339, 2009.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A. A.; ENDRIGO, P. C.; JANDREY, D. B. Crop management systems and maize grain yield under narrow row spacing. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 65, n. 4, p. 346-353, 2008.

SWEETS, L. Corn foliage diseases. **Integrated pest and crop management**, v. 19, n. 15, p. 9-102, 2009.

TOLLENAAR, M.; DWYER, L. M. Physiology of maize. In: SMITH, D. L.; HAMEL, C. (Ed.) **Crop yield, physiology and processes**. Berlin: Springer-Verlag, 1999. cap.5, p.169-201. *apud* SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; LECH, V. A.; GRACIETTI, L. C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001.

TOMAZELA, A. L. **Adubação nitrogenada e de micronutrientes na produtividade e incidência de doenças foliares em milho**. 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005

VAZ DE MELO, A.; GALVÃO, J. C. C.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, I. C.; SOUZA, L. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, RJ, v. 25, n. 3, p. 521-527, 2007.

VIANA, P. A.; POTENZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 59, n. 1, p. 27-33, 2000.

WEID, J. M.; DANTAS, R. Impactos potenciais do programa de sementes de milho crioulo. In: SOARES, A. C.; MACHADO, A. T.; SILVA, B. M.; WEID, J. M. V. D. (Orgs). **Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998. p.13-18.

ZANINI, A.; CAMPOS, A. T.; PRESTES, T. M. V.; DALMOLIN, M. F. S.; CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S. Análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, PR, v. 25, n. 2, p. 249-253, 2003.

ANEXO A

Parecer do COEP



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Parecer nº. ETIC 0254.0.203.000-10

Interessado(a): Prof. Delacyr da Silva Brandão Júnior
Instituto de Ciências Agrárias - UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 20 de outubro de 2010, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Desempenho de variedades de milho (*Zea mays L.*) em diferentes níveis tecnológicos e metodologias não convencionais de análise de sementes**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.


Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG