

Produção de milho orgânico na agricultura familiar

A agricultura familiar compreende grande diversidade cultural, social e econômica, podendo variar desde o campesinato tradicional até a pequena produção modernizada. A maioria das definições da agricultura familiar está vinculada ao número de empregados e ao tamanho da propriedade. As principais características dos agricultores familiares são a maior independência de insumos externos à propriedade e o fato de a produção agrícola estar condicionada às necessidades do grupo familiar. No entanto, diversas outras características estão associadas a esse tipo de agricultor, como o uso de energia solar, animal e humana, a pequena propriedade, a grande auto-suficiência, o pouco uso de insumos externos, a força de trabalho familiar ou comunitária, a alta diversidade ecogeográfica, biológica, genética e produtiva, a baixa produção de dejetos e a predominância dos valores de uso que se baseiam no intercâmbio ecológico com a natureza e o conhecimento holístico, empírico e flexível.

O agricultor familiar é regularmente citado como sendo de baixa tecnologia. Esse fato, no entanto, devido à ampla variabilidade cultural, social e econômica, não ocorre para todos os agricultores. Deve-se considerar que baixo insumo não é baixa tecnologia. Lavouras de agricultores familiares que utilizam baixa adubação não devem ser consideradas de baixa tecnologia, pois utilizam baixos insumos externos. Muitos desses agricultores utilizam todos os recursos fitotécnicos disponíveis, como o controle de plantas daninhas, a densidade de plantas adequada para a consorciação, cultivares com baixo valor de semente, mas que possuem alta estabilidade fenotípica etc. Portanto, deve-se dissociar baixa tecnologia de baixo insumo. A quase totalidade dos produtores de milho (94%) caracteriza-se como agricultores familiares com baixa utilização de insumos e em condições desfavoráveis, seja do ponto de vista técnico econômico, político e social (AGRICULTURA, 2006).

Os agricultores familiares, além de representarem mais de 85% dos estabelecimentos rurais do país e serem responsáveis por quase 77% do Pessoal Ocupado(PO), ou seja, quase 14 milhões de pessoas, possuem uma vocação natural para a diversificação e a integração das atividades e menor utilização de insumos externos. Nesse sentido, até para que possam continuar cumprindo seu papel social no meio produtivo os agricultores familiares têm a necessidade premente de buscarem modelos mais integrados, que reciclem e reutilizem os recursos internos dos sistemas sustentáveis. Além disso, diferentes organizações representantes dos movimentos sociais e dos agricultores familiares já possuem várias experiências em relação a modelos mais sustentáveis de produção (Didonet et al., 2006).

O milho na agricultura familiar

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O uso

Sete Lagoas, MG
Dezembro, 2006

Autores

José Carlos Cruz
Eng. Agrº, Ph.D Manejo e
Conservação de Solos
*Embrapa Milho e Sorgo
C. Postal 151 35701-970
Sete Lagoas, MG
zecarlos@cnpms.embrapa.br

Egídio Arno Konzen
M.Sc Zootecnia
*konzen@cnpms.embrapa.br

Israel Alexandre Pereira Filho
M.Sc. Fitotecnia
*israel@cnpms.embrapa.br

Ivanildo Evódio Marriel
Ph.D Solos e Nutrição de Plantas/
Microbiologia e Bioq. do Solo
imarriel@cnpms.embrapa.br

Ivan Cruz
Ph.D Entomologia
*ivancruz@cnpms.embrapa.br

Jason de Oliveira Duarte

Maurílio Fernandes Oliveira
*DS.c em Solos e Físico-química
Ambiental
maurilio.oliveira@cnpms.embrapa.br

Ramon Costa Alvarenga
DSc. Man. e Cons.Solo e da Água
ramon@cnpms.embrapa.br

do milho em grão na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. No Brasil, varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano. Apesar de não ter uma participação muito grande no uso de milho em grão, a alimentação humana, com derivados de milho, constitui fator importante de uso desse cereal em regiões com baixa renda. Em algumas situações, o milho constitui a ração diária de alimentação. Por exemplo, no Nordeste do Brasil o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no Semi-árido; outro exemplo está na população mexicana, que tem no milho o ingrediente básico para sua culinária. Embora seja versátil em seu uso, a produção de milho tem acompanhado basicamente o crescimento da produção de suínos e aves, tanto no Brasil como no mundo (DUARTE, 2006).

A importância do milho não está apenas na produção de uma cultura anual, mas em todo o relacionamento que essa cultura tem na produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto a fatores sociais. Pela sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil

A grande expansão observada na agricultura orgânica no Brasil pode ser verificada pela comparação da área cultivada, do número de agricultores envolvidos ou da diversidade de produtos comercializados, inclusive com crescente oferta de produtos processados e volume de vendas no mercado interno e externo, a par da inserção mais que assumida de diversas instituições de ensino e pesquisa no desenvolvimento da produção orgânica, indicando claramente a pujança do movimento. Além disso, o número crescente de eventos, exposições, feiras, cursos, seminários e congressos tem despertado muita curiosidade dos consumidores e interesse por parte dos meios de comunicação.

Segundo Souza (2001), a prática da agricultura orgânica não é uma volta ao passado, no resgate de técnicas antigas utilizadas há décadas e não dependente de tecnologia. Algumas produções orgânicas têm hoje alto

grau de aplicação tecnológica, muitas vezes com emprego de modernas técnicas geradas pela pesquisa convencional, a exemplo do emprego de agentes biológicos e do uso de armadilhas com ferormônios no controle de pragas.

O modelo atual de agricultura intensiva, com predomínio de monocultivos, está sendo discutido com bastante ênfase pelos diversos setores da sociedade. Discussões essas que incluem obrigatoriamente a produção sustentável dos alimentos, a chamada agricultura agroecológica, que visa a preservar o ambiente natural e a biodiversidade e que não pode provocar danos à saúde de quem os consome (Welch & Graham, 1999). Nesse contexto, destaca-se o grande potencial das pequenas propriedades familiares e dos assentamentos em produzir alimentos nessas condições, haja visto a diversificação de culturas naturalmente praticada, que pode ser essencial para a incorporação da sustentabilidade no sistema produtivo em um primeiro momento e facilitar a transição para uma agricultura que preserve tanto o capital natural quanto o capital social. Nessa concepção de produção, estão incluídos no processo produtivo os recursos de solo, água e a vida silvestre, os recursos humanos, a família e o bem-estar de quem trabalha na propriedade e de quem consome os produtos dela originados (Wirén-Lehr, 2001).

A produção orgânica

Sistemas de agricultura orgânica podem beneficiar em especial pequenos produtores que tradicionalmente não utilizam os insumos disponibilizados com a “revolução verde”. Esses pequenos estabelecimentos produzem uma diversidade de produtos, em especial alimentos que são a base da alimentação do povo brasileiro: cerca de 31% do arroz, 70% do feijão e 49% do milho que são produzidos no Brasil provêm de pequenas propriedades. Feijão, milho e arroz são cultivados em cerca de 46%, 55% e 20% dos estabelecimentos familiares, respectivamente (INCRA, 2000).

Apesar da expansão da área plantada e das exigências do mercado, o suporte de pesquisa tem contribuído de

maneira incipiente para o avanço da produção orgânica em sistemas de cultivo, o que contribui para o predomínio de baixas produtividades, causadas por estresses bióticos e abióticos, junto a técnicas inadequadas de cultivo, que muitas vezes formam uma barreira à conversão de sistemas convencionais para sistemas orgânicos de produção.

A geração de conhecimentos e de bases tecnológicas adequados para o estabelecimento e a sustentação da agricultura orgânica adaptados às condições brasileiras proporcionarão aos nossos agricultores a oportunidade de aproveitarem o enorme potencial criado pelas demandas nacional e internacional. Isso permitirá, inclusive, que um grande contingente de agricultores familiares, embora não sejam competitivos no mercado convencional, possam sê-lo em sistemas orgânicos. Aliado a isso, existe o fato de que grande parte dos conhecimentos e das tecnologias gerados pela pesquisa para uma agricultura orgânica poderá ter aplicação na agricultura convencional, reduzindo os impactos ambientais e os custos de produção. Em relação à soja e ao milho, o aprimoramento de sistemas de produção orgânica é também essencial para o estabelecimento de outros elos da cadeia produtiva, como a produção de ovos, leite e carne orgânica.

Com a possibilidade de aumento do valor agregado ao produto, a conservação ambiental e a baixa utilização de insumos, a produção orgânica pode se impor como alternativa viável para o aumento da rentabilidade do setor agrícola. Pequenos e médios agricultores, assentamentos agrícolas, além de outros segmentos da cadeia produtiva, constituem o público que demanda tecnologias adequadas ao desenvolvimento da agricultura orgânica, haja vista que a grande maioria desses agricultores utilizam pouco ou nada de insumos modernos na produção e, por questão até de sobrevivência, praticam a diversificação na produção (INCRA, 2000; EMBRAPA, 1999). Nesse caso, se aplicam tanto a produção de alimentos consumidos diretamente pelo homem como a produção de alimento para animais, possibilitando uma ampliação das cadeias produtivas de produtos orgânicos.

A definição mais comum de produtos orgânicos é que são produtos sem agrotóxicos, hormônios, drogas veterinárias e outros produtos sintéticos. Essa é uma definição considerada incompleta e simplista demais. Na verdade, os sistemas de produção orgânica, tal como definido internacionalmente no Codex Alimentarius (**um** Programa Conjunto da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação - FAO e da Organização Mundial da Saúde - OMS, criado para proteger a saúde da população, assegurando práticas eqüitativas no comércio regional e internacional de alimentos) e no Brasil, pela Lei no. 10831 de 23/12/2003, tem por objetivos: a sustentabilidade, a proteção do meio ambiente, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, bem como o respeito à integridade cultural das comunidades rurais (Neves et al.,2006).

Assim, agricultura orgânica pode ser definida como: *sistema de manejo sustentável da unidade de produção, com enfoque holístico que privilegia a preservação ambiental, a agrobiodiversidade, os ciclos biológicos e a qualidade de vida do homem, visando à sustentabilidade social, ambiental e econômica no tempo e no espaço. Baseia-se na conservação dos recursos naturais e não utiliza fertilizantes de alta solubilidade, agrotóxicos, antibióticos, aditivos químicos-sintéticos, hormônios, organismos transgênicos e radiações ionizantes* (Neves et al.,2004).

Na agricultura orgânica, a unidade de produção agrícola deve ser tratada como um organismo integrado com a flora e a fauna presentes na região. Essa conceituação contrapõe-se a algumas visões simplistas, que distinguem a agricultura orgânica somente como uma forma de manejo que dispensa o uso de insumos tecnológicos, tais como os pesticidas sintéticos e os fertilizantes sinteticamente produzidos.

A agricultura orgânica apoia-se na biodiversidade de componentes-chave, tais como os polinizadores, os inimigos naturais, as minhocas, os microrganismos, dentre outros. Através dos seus papéis ecológicos,

esses grupos mediam importantes processos, como o controle natural de populações de insetos, a ciclagem de nutrientes, a fixação biológica de nitrogênio, a sincronização entre a liberação de nutrientes e a demanda pelas plantas, o seqüestro de carbono, a integração produção vegetal e animal etc. O desafio é identificar o tipo de biodiversidade que possa manter ou aumentar os serviços ecológicos e, então, determinar a melhor prática agrícola que favoreça os componentes da biodiversidade desejada (Altieri et al., 1996).

Não obstante a grande quantidade de produtores aptos a praticar a agricultura orgânica, que podem ser beneficiários de tecnologias alternativas de produção agropecuária com bases científicas consistentes, observa-se que a pesquisa agropecuária tem se mostrado tímida na sua capacidade de resposta às necessidades do sistema orgânico de produção e a difusão da agricultura orgânica tem se dado através da ação de organizações não governamentais e de diversos movimentos agroecológicos (Neves, 2001).

Embora o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária tenha, ainda, uma importância muito discreta na geração de informações aplicáveis à agricultura orgânica, já existem cultivares de diversas espécies, produtos e metodologias disponíveis que podem ser rapidamente agregados como subsídios à produção orgânica de alimentos. Baseado nos poucos resultados de pesquisa, a seguir serão apresentadas sugestões para a produção orgânica de milho, sem, entretanto, deixar de levar em consideração que essa cultura deverá estar inserida em um sistema mais complexo, envolvendo rotação, sucessão de culturas e adubação verde, além de estar integrado em sistemas de produção animal onde o milho é um componente.

Manejo da produção orgânica de milho

Cultivar

Segundo Machado et al. (2002), o manejo da diversidade genética, que consiste em resgatar, avaliar, caracterizar, selecionar e conservar recursos genéticos de uma espécie, e o melhoramento participativo desempenham atualmente papel relevante em

comunidades de agricultura familiar. Uma estratégia definida com base no Plano de Ação Global para Segurança Alimentar da FAO refere-se ao uso e à preservação da diversidade genética de milho, dentro das comunidades rurais, sendo que o uso de metodologia participativa torna-se de crucial importância para o desenvolvimento de trabalhos com pequenos agricultores (Weltzien et al, 2000). Essa estratégia de ação tem sido utilizada em algumas comunidades brasileiras (Machado, 1998a, Machado, 1998b, Machado et al., 1998, Machado et al., 2002) e indica variedades locais importantes nos processos adaptativos de germoplasmas de milho (Machado et al., 2002).

Avaliando 25 genótipos de milho entre variedades locais obtidas de agricultores de diferentes locais do Brasil, melhoradas e compostos melhorados, MACHADO et al. (2003) verificaram que dentre as variedades locais, destacou-se pelo desempenho geral dentro das características avaliadas a variedade Caiano de Sobrália, selecionada por agricultores da região de Sobrália, MG e que tem demonstrado potencial produtivo igual ou superior ao de variedades melhoradas de alto rendimento. Segundo os autores, tal comportamento confirma a importância das variedades locais, sobretudo como fonte de germoplasma, embora possuem às vezes características indesejáveis, principalmente aquelas relacionadas ao porte das plantas, ciclo e susceptibilidade ao acamamento e quebraamento. Na Tabela 1, são apresentadas as produções médias de grãos das 25 variedades de milho por grupos e nas 5 condições de avaliação, inclusive em sistema orgânico, após adubo verde.

Embora o sistema orgânico de produção não restrinja o uso de híbridos, as variedades são preferidas, pois uma variedade de milho, por ser formada por um conjunto de plantas com características comuns, sendo um material geneticamente estável, com os devidos cuidados em sua multiplicação, pode ser reutilizada sem nenhuma perda de seu potencial produtivo, permitindo ao produtor produzir sua própria semente a um preço bem menor. Mesmo adquirindo a semente de variedade todos os anos, o custo para se plantar um hectare com um variedade é cerca de 5 a 6 vezes menor do que o preço

de um híbrido simples de maior custo. Resultados de pesquisa têm demonstrado a competição dessas variedades. No estado do Rio de Janeiro, as variedades IAC Pariquera, IAC Mococa, BRS 4157 e BR 4158 mostraram-se bem adaptadas em sistema orgânico de produção de milho verde (Araújo et al.2000).

Trabalhando em sistema orgânico e utilizando-se as recomendações da IFOAM (Federação Internacional para Movimentos de Agricultura Orgânica), Souza (1998a e 1998b) obteve rendimento médio de 8.220 kg/ha de grãos com a variedade EMCAPA 201.

Avaliando 14 variedades de milho e dois híbridos duplos em sistema de produção orgânico para a produção de grãos e silagem, Cruz et al. (2004) não encontraram diferenças significativas entre as cultivares e os rendimentos variaram de 3.798 kg ha⁻¹, obtidos com a variedade Sol-da-Manhã a 5.625 kg ha⁻¹, obtidos com a variedade AL Piratininga. É importante salientar que seis variedades e um híbrido apresentaram rendimentos superiores a 5.000 kg ha⁻¹ e que oito variedades e os dois híbridos apresentaram rendimentos superiores à média de rendimento da região Centro-Sul do Brasil,

Tabela 1. Produção de grãos de grupos de variedades de milho avaliadas em Seropédica, RJ e Coimbra, MG, sob níveis e fontes de Nitrogênio (N). Ano agrícola 2000/01.

Variedade	Seropédica, RJ			Coimbra, MG				
	Baixo N	Alto N	Orgânico	Baixo N	Alto N	Baixo N	Alto N	Geral
	----- (kg.ha⁻¹) -----							
Média	4.051	5.875	6.189	4.684	4.367	4.367	5.268	5.086
Melhoradas	3.388	5.806	6.156	4.670	4.284	4.284	5.238	5.035
Locais	4.027	5.293	5.717	4.577	4.253	4.253	4.935	4.818
Experimentais	4.534	6.666	6.765	4.718	4.734	4.734	5.692	5.523

Fonte: Adaptado de Machado et al.(2003).

Resultados de unidades de observação de híbridos e variedades de milho, em dois níveis de adubação, mostraram que, embora os híbridos fossem mais produtivos que as variedades em todas as situações, na ausência de fertilizantes no plantio e em cobertura, as maiores receitas líquidas foram proporcionadas pelas variedades (ACOSTA et al., 2000). Avaliando dez variedades de milho em quatro densidades de plantio, em sistema de produção orgânico, Cruz et al. (2003) verificaram que sete variedades de milho produziram acima de 4.000 kg ha⁻¹, portanto, acima da média brasileira na safra 2002/03. Dentre essas variedades, destacaram-se as variedades AL 25, AL 30 e AL 34 como as mais produtivas. Não houve diferença de rendimento de grãos para a variedade BR 106, oriunda de produção convencional ou orgânica, no ano anterior, confirmando a possibilidade dos agricultores produzirem suas próprias sementes também em condições orgânicas.

que em 2003/04 foi de 4.516 kg ha⁻¹. Também deve ser destacado que os dois híbridos duplos (AG 1051 e BR 201) não apresentaram rendimento superior às variedades, mostrando a adequação dessas para a produção orgânica de milho (Tabela 2). Os bons rendimentos das variedades AL 30 e AL 34, que produziram acima de 5.000 kg ha⁻¹, confirmaram os resultados relatados por Cruz et al (2003) no ano anterior.

Os rendimentos de massa verde total variaram de 19,37 a 33,61 t ha⁻¹. As maiores produtividades de forragem foram obtidas com o AG 1051 e a variedade AL 34. Entretanto, essas cultivares só foram significativamente superiores à variedade Sol da Manhã. Além de apresentar o maior rendimento, o AG 1051 apresentou a maior produção de espigas empalhadas (embora tal superioridade não tenha sido diferente de várias cultivares), resultando em maior percentagem de espigas na forragem (42,66%), o que sugere uma

produção de melhor qualidade de forragem (Tabela 3). Entretanto, os resultados também comprovam a viabilidade técnica da utilização de variedades para a produção orgânica de silagem de milho.

Além das cultivares locais mantidas por várias comunidades locais e ONGs, na safra 2006/07 estão sendo disponibilizadas 31 variedades de milho no mercado, o que representa cerca de 10% das opções de mercado.

Tabela 2. Produção de grãos, em kg ha⁻¹, peso médio de espigas e índice de espigas de diferentes cultivares de milho. Embrapa Milho e Sorgo, 2004.

Cultivar	PME (g)	Índice de espigas	Rendimento (kg.ha ⁻¹)
AL 25	87,04	1,13	4250
AL 30	116,48	1,00	5513
AL 34	108,35	1,03	5208
AL Piratininga	128,18	0,98	5625
AL Alvorada	125,08	1,01	5052
AL Ipiranga	105,64	1,00	4736
AL Bandeirante	101,54	1,01	4625
AL Branco	103,28	0,99	4388
SHS 3031	113,44	1,05	5277
BR 451	121,99	0,99	4326
BR 473	95,65	1,07	4048
Sol-da-Manhã	98,08	1,11	3798
Sindentado	100,58	1,13	5305
BR 106	86,67	1,10	4243
BR 201	105,65	0,98	4531
AG 1051	111,6	1,03	5503

Fonte: Cruz et al. (2004)

Manejo de Solo

A base do sucesso do sistema orgânico é um solo "sadio", bem estruturado, fértil, com macro e micronutrientes disponíveis às plantas em quantidades equilibradas, com bom teor de matéria orgânica, água, ar e boa atividade biológica e bom suprimento de nutrientes, pois é o solo e não o adubo que deve nutrir a planta. Além disso, o solo deve estar sempre coberto para evitar erosão.

A biodiversidade de seus componentes é um preceito básico para a agricultura orgânica. Assim, a identificação de sistemas agrícolas, que envolvam a rotação/sucessão de culturas e o manejo correto do solo por meio do seu preparo, pode determinar a melhor prática agrícola que favoreça a biodiversidade da exploração orgânica.

A rotação/sucessão de culturas é uma prática importante para a manutenção da capacidade produtiva dos solos nos sistemas agrícolas, independente do manejo de solos. Ela é especialmente importante quando se trata das culturas de cereais e grãos, pois há grande diminuição na produtividade desses quando são feitos plantios anuais na mesma área. Assim, o envolvimento de culturas de cobertura em intervalos de tempo maiores é de extrema necessidade quando se buscam sistemas de produção sustentáveis (Santos & Reis, 2001). Diversas opções devem ser estudadas e a escolha de uma ou mais deve basear-se, entre outros aspectos, na aptidão agrícola da região e no retorno econômico e ecológico do investimento. Apesar dos atributos positivos das plantas de cobertura, normalmente o produtor se mostra reticente em utilizar uma cultura que não traga retorno econômico imediato. O que se sugere é utilizar plantas de cobertura, que agreguem valor imediato ao processo de proteção ao solo.

A produção de milho em sistema orgânico de produção foi avaliada ao longo de 6 anos, em rotação com culturas olerícolas, na área experimental de agricultura orgânica da EMCAPA, situada no município de Domingos Martins, ES. O sistema utilizou compostagem orgânica, adubação verde, cobertura morta, rotação de culturas, manejo de ervas, dentre outros. O trabalho foi desenvolvido no período de 1992 a 1997, em solos submetidos a manejo orgânico há 8 anos. A adubação orgânica com composto foi realizada a lançar antes do preparo do solo de cada plantio, na base de 10 t/ha (peso seco). Em todos os plantios, utilizou-se a variedade EMCAPA-201. Os rendimentos comerciais de grãos variaram de 5.967 a 9.831 kg/ha, com média de 8.220 kg/ha, superando significativamente as médias dos sistemas convencionais do estado (Souza, 1998c).

Tabela 3 . Produção de massa verde de espigas com palha, de planta sem espigas e total, em kg. ha⁻¹, e a porcentagem de espigas com palha em relação à produção total de diferentes cultivares de milho. Embrapa Milho e Sorgo. 2004

Cultivar	Planta sem espiga	Espiga empalhada	Massa verde total	Porcentagem de espigas
AL 25	15,95	8,94 b	24,930 ab	35,87
AL 30	14,35	10,19 ab	24,583ab	41,45
AL 34	22,12	11,44 ab	33,611 a	34,03
AL Piratininga	16,78	10,88 ab	27,708ab	39,28
AL Alvorada	13,62	7,97 b	21,631ab	36,85
AL Ipiranga	16,43	9,78 ab	26,249ab	37,24
AL Bandeirante	15,15	8,56 b	23,749ab	36,05
AL Branco	15,60	9,57 ab	25,208ab	37,95
SHS 3031	13,87	9,22 ab	23,124 ab	39,87
BR 451	13,45	7,21 b	20,694 ab	34,84
BR 473	14,49	7,69 b	22,186ab	34,68
Sol-da-Manhã	11,99	7,35 b	19,379 b	37,91
Sindentado	14,28	9,64 ab	23,958 ab	40,22
BR 106	15,29	9,71 ab	25,034 ab	38,77
BR 201	19,38	8,77 b	28,194 ab	31,10
AG 1051	19,14	14,28 a	33,472 a	42,66

Fonte : Cruz et al. (2004)

Em área de cultivo de hortaliças plantadas em rotação com milho e feijão, além de adubação verde com mucuna-preta realizada anualmente ou bianualmente e uso de adubação orgânica realizada com composto orgânico, na base de 15 t.ha⁻¹ (peso seco) mostrou crescimento do teor de matéria orgânica do solo até o nono ano, passando de 1,70%, em 1990 para 2,91% em 1998, representando um aumento de 71%, propiciando a melhoria da fertilidade do solo, com reflexos benéficos nas características do solo e no desenvolvimento das culturas (Souza, 2001). Nesse estudo, a média de rendimento de milho em sistema orgânico e convencional ao longo de dez anos foi de 8.066 e 3.000 kg.ha⁻¹, respectivamente, sendo a média do sistema convencional da região do estudo. Não houve diferença no custo de produção do milho nos dois sistemas.

Segundo Galvão (1998), a adubação orgânica é considerada de uso restrito em grandes culturas, pois gera grandes problemas de execução, principalmente

com relação à quantidade e à forma de aplicação no solo, embora se reconheça que resíduos orgânicos representam forma equilibrada de nutrição mineral às plantas, proporcionando melhor condicionamento do solo, tornando-o a longo prazo menos propenso aos efeitos depauperantes do cultivo intensivo. Trabalho de longa duração desenvolvido pela UFV, desde 1984, avalia o efeito de adubação orgânica com 40 m³ (equivalente a 10 a 15 t.ha⁻¹.ano) de composto orgânico, comparado com uma testemunha sem adubação e dois níveis de adubação química (250 kg.ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 + 100 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio e 500 kg.ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 + 200 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio). A adubação, tanto orgânica quanto mineral, foi realizada no sulco de plantio. Segundo Galvão (1995), nos primeiros sete anos agrícolas, de 1984 a 1991, constatou-se aumento nas produções de milho orgânica e mineral. A adubação orgânica forneceu quantidade de nutrientes suficientes para incrementar a produtividade, mesmo no primeiro ano de aplicação e que a utilização de composto manteve produtividades estáveis e acima

de 5.000 kg.ha⁻¹ em vários anos agrícolas. O composto orgânico elevou de maneira significativa a fertilidade do solo, demonstrando a capacidade do composto em melhorar a fertilidade do solo ao longo dos anos, contribuindo para a sustentabilidade da produção. Posteriormente, Maia et al. (1998), trabalhando no mesmo experimento, verificaram que o uso contínuo da adubação mineral, mesmo suprindo até 780 kg.ha⁻¹ de N em 13 cultivos, não atingiu a biodisponibilidade residual de N atingida pelo tratamento que recebeu apenas composto orgânico, indicando que o efeito residual do composto é elevado e persistente. No 12º ano, o rendimento do milho foi de 6.500 kg.ha⁻¹ com o uso isolado de composto orgânico, comparado com o uso da maior dose de adubo químico que produziu 4.900 kg.ha⁻¹. O uso contínuo de composto orgânico melhorou a fertilidade do solo ao longo dos anos, tornando-se viável na adubação do milho em pequenas lavouras e extremamente eficiente na sustentabilidade da produção (Galvão, 1998).

Segundo Konzen (1999), os resultados da adubação orgânica na produção de grãos têm demonstrado produtividade igual ou superior aos da adubação química equivalente. As áreas de Cerrado onde se fazem adubações orgânicas por vários períodos culturais manifestam forte atividade de minhocas nativas. Essas, por sua vez, representam um grande benefício para a qualidade física, biológica e da fertilidade do solo. Segundo o autor, a adubação com compostos orgânicos deve sempre ser equivalente à adubação química recomendada, considerando-se a eficiência relativa dos compostos em 60 a 70%, conforme exemplo na figura 1.

Dentro das alternativas econômicas e ambientais para manejo de nutrientes visando a produção de grãos, a adubação orgânica ocupa lugar de destaque. Aqui incluindo a adubação verde (Alvarenga, R. C., 1993; Derpsch, & Calegari, 1992; Calegari, 1995) e o uso de esterco em complementação aos compostos orgânicos. Adubação verde ideal preconiza a consorciação entre leguminosas, gramíneas e as plantas nativas. As leguminosas são importantes por fornecerem nitrogênio através do processo de fixação simbiótica das

bactérias. As gramíneas devem ser incluídas como produtoras de biomassa que, por fornecerem carbono, mantêm e aumentam o teor de matéria orgânica e favorecem a microbiota benéfica do solo. As plantas pioneiras contribuem na reciclagem de nutrientes e na preservação do ecossistema (Penteado, 2000).

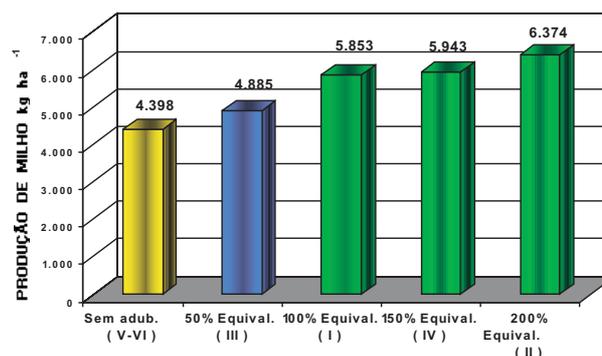


Figura 1. Produção de milho BR-106 com adubação orgânica de composto. Sete Lagoas, Agrorgânica 2004.

Para a cultura do milho, Pacheco et al. (1978) e Pacheco (1980) relatam experiências positivas com o uso da adubação verde exclusiva, intercalar e mesmo com leguminosas perenes. Derpsch (1993), com adubação verde, observou aumentos de 2.520 kg/ha em relação à testemunha. Lovadini et al. (1972) e Bragagnolo e Mielniczuk (1990) verificaram o efeito favorável da cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas. A alta produção de resíduos culturais verificados nas seqüências lablab/milho+lablab e guandu/guandu + milho reduziu as perdas de água por evaporação e evitou altas temperaturas do solo, propiciando melhor germinação e desenvolvimento inicial do milho. Estudando o rendimento de milho, Teixeira et al. (1994) concluíram que as sucessões milho + lablab, milho + guandu e trevo (*Trifolium* sp) + gorga (*Spergula arvensis*) foram superiores à testemunha (pousio + milho) em 154, 165 e 178%, respectivamente. Trabalho realizado por Pereira filho et al. (2000) mostrou que a leucena proporcionou rendimento de grãos de milho de 5.373 kg/ha na ausência de nitrogênio, enquanto que a produtividade máxima foi de 5.849 kg/ha, obtida com 107 kg/ha de nitrogênio na ausência de leucena. Eles verificaram aumento dos teores de cálcio, magnésio, potássio e

matéria orgânica na camada de zero a 20 cm do solo. A Tabela 4 evidencia o efeito da leucena sobre o rendimento de grãos de milho na Unidade Piloto de Produção Orgânica (UPPO) da Embrapa Milho e Sorgo na safra 2005/06, apresentando um rendimento, em presença da leucena, 269% maior do que o rendimento do milho sem leucena. Outros benefícios foram registrados por Jama et al. (1991), que observaram uma redução de 90% na biomassa de plantas daninhas no sistema milho e leucena em faixas.

Tabela 4. Valores médios do índice de espigas, peso médio de espigas, peso médio de 100 grãos e produção de grãos, na ausência e presença de leucena. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2006 (Dados preliminares do 1º ano).

Parâmetro	Sem Leucena	Com Leucena
Índice espigas	0,76	0,99
Peso espigas (g)	56,5	86,5
Peso 100 grãos (g)	22,5	27,5
Rendimento Grãos* (kg ha ⁻¹)	963,0 (100)	2593,0 (269)

Fonte: Pereira Filho e Cruz, Dados não publicados (2006). *corrigido para 14% de umidade.

Em ecossistemas estáveis, a comunidade microbiana desempenha papel importante para uma produção biológica sustentável. A importância dos microrganismos para a estabilidade dos agroecossistemas, em geral, está relacionada com a sua participação ativa nos processos de decomposição de material orgânico e na dinâmica de N, P, S e outros nutrientes, degradação de agroquímicos e poluentes e controle de pragas (Parkinson & Coleman, 1981; Wardle, 1999).

Como o nitrogênio é, de forma geral, o nutriente requerido em maiores quantidades pelas culturas e sua deficiência é generalizada nos solos tropicais, o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) deve ser otimizado, tornando-se a principal fonte de N na agricultura orgânica. Destaca-se que o uso da FBN é ainda restrito na agricultura brasileira, exceto na cultura da soja e em algumas rotações culturais empregadas principalmente no Sul do Brasil. Assim, o uso de

leguminosas para cobertura do solo, que podem representar fontes de matéria orgânica ricas em N (adubos verdes) seja para o emprego direto no solo, seja como matéria-prima para a produção de compostos orgânicos, deve ser considerado de grande potencial na substituição, ainda que parcial, dos esterco. Contudo, é necessário intensificar o trabalho de pesquisa sobre os processos e as fontes alternativas à adubação orgânica, notadamente baseados na FBN.

A FBN otimizada pelo uso da adubação verde com leguminosas cultivadas em rotação ou em consórcio com espécies econômicas pode oferecer grandes perspectivas (Calegari et al., 1992; Araújo & Almeida, 1993; De-Polli et al., 1996). Leguminosas anuais e perenes usadas para tal fim podem proporcionar aporte superior a 200 kg N ha⁻¹ derivado da FBN, contribuindo dessa forma para aumentar o conteúdo de N dos solos agrícolas (Lima et al., 1987; Urquiaga et al., 1992; Boddey et al., 1996b).

Para que os solos produzam contínua e economicamente, sem degradação dos recursos naturais solo e água, é necessário manter a sua estrutura física, o teor de matéria orgânica, o nível dos nutrientes e a atividade biológica.

A fertilidade do solo é bastante influenciada pelos efeitos dos adubos verdes, como aumento do teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos, pela adição da fitomassa total; aumento da disponibilidade de macro e micronutrientes em formas assimiláveis pelas plantas; auxílio na formação de ácidos orgânicos fundamentais ao processo de solubilização dos minerais; diminuição nos teores de alumínio trocável; elevação do pH do solo e conseqüentemente diminuição da acidez (principalmente pela ação das leguminosas) (Silva et al., 1999).

Nos sistemas orgânicos de produção, a integração entre a produção vegetal e a animal é desejável pela complementaridade decorrente da participação animal no sistema, permitindo, dentre outras coisas, a redução na dependência externa em relação aos fertilizantes. Nesse contexto, criações de aves, suínos, caprinos,

ovinos, bem como de bovinos de leite e de corte, são atividades que bem se acomodam nesse sistema de produção.

Manejo cultural

No manejo cultural do milho orgânico, especial atenção deverá ser dada aos cuidados no plantio, com melhor ajuste no espaçamento e na densidade de plantio, no controle de plantas espontâneas e no manejo de pragas e doenças.

A luta do homem contra as plantas daninhas que infestam a lavoura do milho é constante. Ao contrário das pragas e doenças que aparecem eventualmente, as plantas daninhas aparecem todo ano e seu controle se faz sempre necessário. Enquanto o ataque de pragas ou doenças é ocasionado normalmente por uma espécie, a infestação de plantas daninhas é representada por muitas espécies, emergindo em épocas diferentes, dificultando sobremaneira o seu controle.

Através do uso de enxadas ou cultivadores, o homem tem enfrentado as plantas daninhas que diminuem a produção agrícola, contudo, sem obter um resultado completo. Os métodos mecânicos de controle nem sempre são efetivos por causa das condições climáticas adversas e, principalmente, porque os cultivadores não possuem o efeito residual dos herbicidas. No dia seguinte à capina ou cultivo, as plantas espontâneas podem reinfestar a área através de sementes, repega ou rebrota.

Embora o controle químico de plantas espontâneas na cultura do milho no Brasil tenha sido cada vez mais freqüente, a taxa de adoção dessa tecnologia ainda é relativamente pequena. Segundo Kissmann (2000), enquanto no Brasil somente 28% da área cultivada com milho é tratada com herbicidas, no Paraguai esse valor atinge 30%, no Uruguai 65% e na Argentina 98%. Em 2001, eram 4 milhões de hectares, mas havia estimativa de se chegar a 6 milhões num prazo de 8 anos (Ramos, 2001). Assim, o baixo consumo de herbicidas na cultura do milho no Brasil pode ser um indicativo da

predominância de pequenas lavouras, onde o uso de tecnologias é menor.

Por outro lado, pesquisas têm demonstrado a eficiência do uso de práticas integradas de manejo no controle de plantas daninhas. A combinação de espaçamento, densidade de semeadura, cultivares com diferenças nos ciclos e arquiteturas mais eretas e níveis de fertilizantes, especialmente o nitrogênio, pode constituir um sistema em que o milho seja mais competitivo com as plantas daninhas (Swanton & Murphy, 1996; Teasdale, 1995).

O uso de enxada e principalmente os cultivadores (tracionados por animal ou trator) ainda são os métodos mais comuns de controle de plantas daninhas na cultura do milho. O controle do mato com uso da enxada é ainda comum em muitas lavouras, no caso de pequenos produtores que não possuem meios mais eficientes, onde o tamanho da exploração não compensa financeiramente ou porque a topografia é um obstáculo para o uso de outras técnicas de manejo de plantas daninhas. Esse é um método que deve ser usado apenas nas condições descritas ou, então, como um meio complementar, devido ao seu pequeno rendimento. O cultivo de um hectare utilizando apenas a enxada requer cerca de 10 homens.dia⁻¹, comparado com cerca de 1 a 2 dias para o cultivo a tração animal ou 1 a 2 horas usando a tração motora.

A tração animal é muito empregada para o cultivo do milho, pois apresenta um eficiente controle de plantas daninhas, bom rendimento de trabalho e não requer alto investimento. Além disso, o período de realização dos cultivos normalmente coincide com os meses em que há vários dias de chuva (outubro, novembro e dezembro). Nessas condições, a utilização do cultivo com a enxada é dificultado, porque há necessidade de que a operação seja realizada o mais rápido possível para aproveitarem-se os dias em que há possibilidade de trabalho. Por outro lado, o uso do trator depende do estágio de desenvolvimento da lavoura, pois a partir de certa altura as plantas de milho são danificadas pela entrada das máquinas. O primeiro cultivo, realizado normalmente entre 14 e 21 dias após a emergência do

milho, pode ser mais profundo porque as raízes ainda não se espalharam completamente. No segundo cultivo, realizado normalmente entre 28 e 35 dias após a emergência, a profundidade não deve ultrapassar 5 a 6 cm, evitando-se dessa forma danos mecânicos ao sistema radicular da cultura.

Deve ser salientado que as plantas daninhas que nascem junto à fileira do milho são aquelas que mais competem com a cultura, devendo ser controladas sob pena de causarem perdas na produção. Os cultivadores não são eficientes no controle de tais plantas daninhas. O repasse manual deve ser praticado sempre junto com o cultivo nas entrelinhas, capinando-se as plantas não arrancadas pelo cultivador e chegando-se terra aos pés de milho (amontoa).

Uma importante característica a ser observada ao se plantar uma cultivar é a densidade de plantio que, quando inadequada, pode ser razão de insucesso da lavoura. A densidade de plantio ideal é função da cultivar e da disponibilidade hídrica e de nutrientes. Normalmente, cultivares mais precoces, de menor porte e mais eretas permitem o uso de densidades mais elevadas e espaçamento mais estreito. Verifica-se que as variedades são indicadas para plantios com densidades variando de 40.000 a 50.000 plantas por hectare, o que é coerente com o menor nível de tecnologia dos sistemas de produção utilizados pelos agricultores que geralmente usam esse tipo de cultivar (Cruz e Pereira Filho, 2005).

Dez variedades de milho avaliadas em quatro densidades de plantio apresentaram rendimento de grãos aumentando significativamente com a elevação da densidade de plantio, variando de 3.145 kg ha⁻¹, na densidade de 30.000 plantas/ha, até 6.175 kg ha⁻¹, na densidade de 60.000 plantas/ha. As densidades intermediárias (40.000 e 50.000 plantas/ha) apresentaram rendimentos de 4.253 kg ha⁻¹ e 4.961 kg ha⁻¹, respectivamente (CRUZ et al., 2003), indicando que há necessidades de se estabelecer melhores arranjos de plantas visando principalmente ao controle de plantas invasoras e conseqüentemente alcançar maiores rendimentos.

Com relação ao controle de doenças, mesmo em sistema convencional de produção, o método mais comum é o uso de cultivares resistentes e esse deve ser o método utilizado em sistemas orgânicos de produção. Em casos especiais, é provável que o uso de algum híbrido seja necessário para se plantar uma cultivar tolerante a determinada doença, considerando que as opções de híbridos são maiores do que de variedades. Das 275 cultivares de milho no mercado na safra 2006/07, apenas 11,3% são variedades (Cruz e Pereira Filho, 2006, no prelo).

Com relação ao controle de pragas, grandes avanços foram realizados nos últimos anos. A *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho), praga-chave na cultura do milho, tem ocasionado perdas de maneira indireta através dos danos nas folhas, sem, no entanto, matar as plantas. Os danos causados na produção brasileira por esse inseto podem ser estimados em mais de 400 milhões de dólares anuais. O controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho tem sido baseado em produtos químicos, empregados quando aparecem os primeiros sintomas de danos na cultura. Dentre vários agentes com potencial de controle da lagarta do cartucho, o grupo Baculovírus tem sido considerado como o de maior potencial para o desenvolvimento de bioinseticida, devido à especificidade, à alta virulência ao hospedeiro e à maior segurança proporcionada aos vertebrados (Agricultura Familiar, 2003).

O processo tradicional de produção de um bioinseticida à base de *B. thuringiensis* envolve a autoclavagem de todo o material a ser usado e o crescimento em bioreatores esterilizados. Na Embrapa Milho e Sorgo, esse bioinseticida está sendo cultivado por um processo que não requer a autoclavagem prévia do material e, ao mesmo tempo, utiliza a glicose de milho como meio de crescimento. O processo é muito simples e a glicose de milho pode ser adquirida em qualquer supermercado. Esse processo, que está em fase de desenvolvimento, facilita o crescimento do patógeno pelo agricultor na sua propriedades rural, além de ser um método acessível a todos os produtores. Uma outra alternativa é o uso de agentes de controle biológico de insetos (Agricultura Familiar, 2003).

A Embrapa Milho e Sorgo vem selecionando vespas de *Trichogramma* spp. e *Telenomus remus*, inimigos naturais, cujas larvas se alimentam exclusivamente de ovos, evitando, assim, qualquer tipo de dano à planta ocasionado por lagartas. Também foram selecionados com grande potencial de uso em programas de controle biológico na cultura de milho o predador de ovos e de lagartas pequenas *Doru luteipes*, inseto conhecido vulgarmente como “tesourinha”, e o parasitóide de lagartas *Campoletis flavicincta*. Todos esses agentes vêm sendo mantidos em laboratório e a preocupação, no momento, é o desenvolvimento de tecnologia de produção em escala comercial para transferência à iniciativa privada. De todos os inimigos naturais estudados, o *Trichogramma* spp. foi escolhido como prioritário no momento por atuar tanto sobre ovos de *S. frugiperda* como de *Helicoverpa zea* e devido à facilidade de multiplicação em larga escala no laboratório (Agricultura Familiar, 2003).

Unidades de observação em condições de agricultura familiar foram instaladas em área próxima a Sete Lagoas, em exploração de milho verde. Nessas áreas, foram feitas várias liberações do parasitóide, reduzindo com isso o uso de agrotóxico para o controle de *S. frugiperda* e *H. zea*. Deve-se destacar que, especialmente na exploração de milho para venda *in natura*, a redução no uso de agrotóxicos próximo à colheita do produto é essencial, pois seus resíduos podem causar problemas à saúde humana. Atualmente, estão em início de atividade comercial duas fábricas de produção de *Trichogramma*, ambas em Minas Gerais, nas cidades de Uberaba e Uberlândia (Agricultura Familiar, 2003).

Na UPPO da Embrapa Milho e Sorgo, monitoramento realizado dentro da área de produção do milho sob sistema orgânico de produção indicou como principais pragas durante a fase vegetativa a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, a cigarrinha, *Dalbulus maidis*, e tripses, possivelmente *Frankliniella* sp. Entre os inimigos naturais dessas pragas, foram observadas espécies de joaninha, *Doru luteipes* e *Orius* sp. Os parasitóides da lagarta-do-cartucho foram: *Chelonus*

insularis, *Campoletis flavicincta*, *Eiphosoma*, *Cotesia* sp., duas espécies de Diptera, possivelmente pertencentes aos gêneros *Archytas* e *Whintemia*, e uma espécie de Hymenoptera. Esses inimigos naturais, juntamente com o Baculovirus aplicado na dose de $2,5 \times 10^{11}$ poliedros/hectare, exerceram controle eficaz da praga. Na espiga, a ocorrência principal foi de *Helicoverpa zea*, notadamente na fase de ovo. Porém, em função do parasitismo por *Trichogramma* e pela presença do predador *D. luteipes* e *Orius*, não redundaram em altas populações de lagartas e, conseqüentemente, em danos às espigas. A presença da mosca *Euxesta* sp indica a necessidade de pesquisas com essa praga na cultura de milho (Relatório do Projeto MP1-AO - 01.02.1.04.03 da Embrapa).

Estudos com extratos vegetais indicaram a possibilidade de estudos de campo complementares no controle da lagarta-do-cartucho no milho orgânico. Algumas plantas são conhecidas por possuírem constituintes químicos que podem efetivamente limitar o dano causado por organismos fitófagos. Esses mecanismos de defesa natural são, freqüentemente, metabólitos secundários (aleloquímicos), que podem ser inibidores de alimentação, tóxicos ou mesmo interferirem na biologia da espécie-alvo. A Embrapa Milho e Sorgo desenvolve screening de monoterpenos já descritos na literatura como contendo atividade inseticida que foram testados (fumigação, contato e ingestão) contra pragas de grãos armazenados *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* e *Tribolium castaneum*. Os óleos essenciais de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. cameronii* evidenciaram completa inibição do crescimento dos fungos *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus flavus*. Extratos brutos e fracionados de plantas com atividade inseticida, dentre elas araticum (*Annona crassiflora*) e nim (*Azadirachta indica*), foram testados em laboratório, mostrando serem letais contra larvas da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), com comprometimento inclusive do seu desenvolvimento biológico (Agricultura Familiar, 2003).

Considerações finais

O milho, por ser tradicionalmente uma cultura típica de pequenas lavouras e por ser cultivado em todo o país, apresenta grande versatilidade de uso dentro de uma propriedade, sendo utilizado tanto para alimentação humana como animal, e é de grande importância para a agricultura familiar.

Além da produção de grãos, poderá ser plantado para a produção de silagem, milho verde, pipoca, para a confecção de artesanatos de palha e mesmo na forma de conserva alimentícia na forma de minimilho, agregando valor ao produto final.

O milho apresenta grande flexibilidade, sendo bastante adaptado a sistemas de rotação, sucessão e consorciação de culturas. Além das variedades crioulas existentes em todo o país, existe um número razoável de variedades melhoradas à disposição dos agricultores. As maiores restrições a maiores produtividades deverão ser associadas ao aspecto nutricional e ao controle de plantas invasoras.

Embora resultados de pesquisa mostrem o efeito benéfico de adubação orgânica no aumento do rendimento do milho, por seu baixo valor de mercado, esses compostos orgânicos deverão ser prioritariamente dirigido a outras explorações, como as hortaliças, café e fruteiras, embora o milho possa se beneficiar quando em rotação com tais culturas. Especial atenção deverá ser dada à rotação de culturas e à adubação verde com leguminosas, que poderão suprir a demanda de nutrientes, principalmente de nitrogênio. O controle mecânico de plantas invasoras é bem conhecido pelos agricultores, pois é o sistema mais utilizado no país. Entretanto, outros arranjos espaciais deverão ser avaliados, principalmente em áreas maiores. A produção do milho é fundamental em sistemas de agricultura e produção animal onde o cereal é essencial na produção de rações e pode se beneficiar do uso de dejetos. As pesquisas na produção orgânica de milho estão em fase inicial e muito deve ser feito, principalmente de forma participativa, com troca de experiências entre pesquisadores, produtores e

extensionistas. Entretanto, pode-se esperar, em pouco tempo, uma grande evolução de sua produção dentro de princípios agroecológicos.

Literatura Citada

ACOSTA, A.; PEREIRA, F. T. F.; CRUZ, J. C.; PEREIRA, L. R.; HARTHMANN, O.; WUNSCH, J.; RIGON, J.; DORNELES, M. Resultados de unidades de observação de híbridos e variedades de milho em dois níveis de adubação de base e de cobertura. In : REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 46.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 29., 2001, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre : Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 775-780. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 70)

AGRICULTURA familiar: linha de pesquisa. Disponível em: http://www.ufv.br/dft/milho/agricultura_familiar.htm Acessado em: 28 jul. 2006.

AGRICULTURA familiar: portfólio de tecnologias. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 26 p.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; WOLFE, M. S. Biodiversity – a central concept in organic agriculture: Restraining pests and diseases. In: OSTERGAARD, T. V. (Ed.). **Fundamentals of organic agriculture**. Copenhagen: IFOAM, 1996. p. 91-112.

ALVARENGA, R. C. **Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos**. 1993. 112 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ARAÚJO, A. P.; ALMEIDA, D. L. de. Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 245-251, 1993.

ARAÚJO, P. C. de; PERIN, A.; MACHADO, A. T. de; ALMEIDA, D. L. de. Avaliação de diferentes variedades de milho para o estádio de “verde” em sistemas orgânico de produção In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados**: resumos expandidos. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Universidade Federal de Uberlândia, 2000. CD ROM.

BODDEY R. M.; SÁ, J. C. de M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, p. 787-799, 1996b.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 91-98, 1990.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118 p. (IAPAR. Circular, 80).

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no Sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 346 p.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Hora da escolha. **Cultivar**; Grandes Culturas, Pelotas, v. 7, n. 77, set. 2005. Milho. Caderno Técnico Cultivar, Pelotas, n. 77, p. 4-11, set. 2005. Encarte.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; PEREIRA, F. T. F.; ALVARENGA, R. C. Avaliação de variedades de milho em diferentes densidades de plantio em sistemas orgânico de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1.; SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE AGROECOLOGIA, 4.; SEMINARIO ESTADUAL SOBE AGROECOLOGIA, 5., 2003, Porto Alegre. **Conquistando a soberania alimentar** - anais... [Brasília, DF]: Embrapa; Porto Alegre: Emater-RS, 2003. CD-ROM

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; PEREIRA, F. T. F.; ALVARENGA, R. C. Produção orgânica de grãos e silagem de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2.; SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE AGROECOLOGIA, 5.; SEMINARIO ESTADUAL SOBE AGROECOLOGIA, 6., 2004, Porto Alegre. **Agrobiodiversidade**: base para sociedades sustentáveis - anais... [Brasília, DF]: Embrapa; Porto Alegre: Emater-RS, 2004. CD-ROM ref.345 MAP.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; FRANCO, A. A. Adubação verde: parâmetros para avaliação de sua eficiência. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O. (Ed.). **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Londrina: IAPAR, 1996. p. 225-242.

DERPSCH, R. Sistema de plantio direto em resíduos de adubo verde em pequenas propriedades no Paraguai Desenvolvimento e Difusão. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., 1993, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: IAPAR, 1993. p. 375-386.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. 2. ed. Londrina: IAPAR, 1992. 80 p. (IAPAR: Circular, 73).

DIDONET, A. D.; BAGGIO, A. J.; MACHADO, A. T.; TAVARES, E. D.; COUTINHO, H. L. da C.; CANUTO, J. C.; GOMES, J. C. C.; RIBEIRO, J. F.; WADT, L. H. de O.; MATTOS, L. M. de; BORBA, M. F. S.; KATO, M. do S A.; URCHEI, M. A.; KITAMURA, P. C.; PEIXOTO, R. T. de G. **Marco referencial em Agroecologia**. 2.versao. Brasilia, DF: Embrapa Informacao Tecnologica, 2006. 34 p. Disponível em: < http://www.embrapa.br/a_embrapa/unidades_de_pesquisa/sct/publicacoes/transferencia/marco_ref.pdf > Acesso em:

DUARTE, J. de O. Introdução e importância econômica do milho. In: CRUZ, J. C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. (Ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. (Embrapa Milho e Sorgo.Sistema de Producao, 1) Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/importancia.htm>. Acesso em: 28 jul. 2006.

FOLHA DA EMBRAPA, Brasília, DF: Embrapa, v. 7, n. 37, jan/fev. 1999.

GALVAO, J. C. C. . Adulção orgânica na cultura do milho. In: ENCONTRO MINEIRO SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS, 1., 1998, Viçosa – MG. **Anais...** Viçosa : Arte livros, 1998. v. 1. p. 36-46.

GALVÃO, J. C. C. **Características físicas e químicas do solo e produção de milho exclusivo e consorciado com feijão, em função de adubações orgânica e mineral contínuas.** 1995. 194 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

INCRA (Brasil). **Novo retrato da agricultura familiar:** o Brasil redescoberto. Brasília, DF, 2000. 74 p.

JAMA, B.; GETAHUN, A.; NGUGI, D. N.; Shading effects of alley cropped *Leucaena leucocephala* on weed biomas and maize at Mtwapa, Coast Province Kenya. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 13, n. 1, p. 1-11, 1991.

KISSMANN, K. G. Uso de herbicidas no contexto do Mercosul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIENCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguacu. **Palestras...** Londrina: SBCPD, 2000. p. 92-116.

KONZEN, E. A. **Estabilização de resíduos orgânicos em processos de compostagem e vermicompostagem.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999. 6 P. (EMBRAPA-CNPMS. Comunicado Técnico, 12).

LIMA E.; BODDEY, R. M.; DÖBEREINER, J. Quantification of biological nitrogen fixation associated with sugar cane using a ¹⁵N aided nitrogen balance. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.19, p. 165-170, 1987.

LOVADINI, L. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A.; MYASAKA, S. Emprego de *Dolichos lablab* L. como adubo verde- Estudos do plantio intercalado na cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v.31,n.8,p.97-108,1972.

MACHADO, A. T. Parceria entre órgãos públicos e comunidades agrícolas. In : SOARES, A. C.;MACHADO, A. T.;SILVA, B. M.;WEID, von der J. M. (Ed.). **Milho crioulo:** conservação e uso da biodiversidade. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998a p. 79-81.

MACHADO, A. T. Resgate e caracterização de variedades locais de milho. In : SOARES, A. C.;MACHADO, A. T.;SILVA, B. M.; WEID, von der J. M.(ed.).**Milho crioulo:** conservação e uso da biodiversidade. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998b p. 81-92.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. T.; COELHO, C. H. M.;NUNES, J. A. **Manejo da diversidade genética de milho e melhoramento participativo em comunidades agrícolas nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 22 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 32).

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. 27 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 93).

MACHADO, A. T.; PEREIRA, M. B.; PEREIRA, M. E.; MACHADO, C. T. de T.;MÉDICE, L. O. Avaliação de variedades locais e melhoradas de milho em diferentes regiões do Brasil. In: SOARES, A. C.;MACHADO, A. T.;SILVA, B. M. ; WEID, von der J. M. (Ed.). **Milho crioulo:** conservação e uso da biodiversidade. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998a p. 79-81

MAIA, C. E.; CANTARUTTI, R. B.; GALVAO, J. C. C. Biodisponibilidade de nitrogênio após o uso contínuo de adubação orgânica e mineral em um podzólico vermelho-amarelo cambico. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIAO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPOSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIAO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998, Caxambu. **FertBIO 98 - resumos.** Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p. 333.

- NEVES, M. C. P. **Agricultura orgânica**: instrumento para sustentabilidade dos sistemas de produção e agregação de valor aos produtos agropecuários. Rio de Janeiro. Embrapa Agrobiologia. 2001. 72 p. (Projeto apresentado ao CNPq).
- NEVES, M. C. P.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D. **Agricultura orgânica** - uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. Seropédica: EDUR, 2004. 98 p.
- NEVES, M. C. P.; RIBEIRO, R. de L. D.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de. **Agricultura orgânica** – Expandindo o Conhecimento. Disponível em: http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/expandindo_conhecimento.html. Acessado em: 21 jul. 2006.
- OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. S.; JERÔNIMO JUNIOR, P. R. M. Características agrônomicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 223-227, jan/fev. 2003.
- PACHECO, E. B. Adubação verde para a cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 72, p. 25-27, dez. 1980.
- PACHECO, E. B.; CRUZ, J. C.; BAHIA FILHO, A. F. de C.; SILVA, T. C. A de. Efeito da adubação verde sobre a produção de milho em Latossolo Vermelho-escuro, textura média, fase cerrado (dados preliminares). REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., 1976, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1978. p. 301-307.
- PARROTT, N.; MARSDEN, T. **The real green revolution – organic and agroecological farming in the South**. London: Greenpeace Environmental Trust, 2002. 147 p.
- PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**: normas e técnicas de cultivo. Campinas: Grafimagem, 2000. 110 p.
- RAMOS, A. A. Campo limpo. **Cultivar**, Pelotas, v. 3, n. 31, p. 8-9, ago. 2001. Caderno Técnico.
- SANTOS, H. P. dos; REIS, E M. **Rotação de cultura em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 212 p.
- SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde em citros**. Jaboticabal: Funep, 1999. 37 p. (Boletim Citrícola, 9).
- SOUSA, J. L. de. “Abertura”. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS, 1998, Vitória. **Anais...** Vitória: EMCAPA, 1998a.
- SOUSA, J. L. de. Pesquisa e desenvolvimento tecnológico na agricultura orgânica. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 73-79, set./out. 2001
- SOUZA, J. L. de. **Agricultura orgânica tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Domingo Martins: EMCAPA. 1998b. 179 p.
- SOUZA, J. L. de. Desenvolvimento agrônomico da cultura do milho em sistema orgânico de produção In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998c, Recife. **Globalização e segurança alimentar**: resumos expandidos Recife: ABMS, 1998. CD-ROM.
- SWANTON, C. J.; MURPHY S. D. Weed science beyond weeds: The mole of integrated weed management in agroecosystem health, **Weed Science**, Champaign, v. 44, p. 437-445, 1996.
- TEASDALE, J. R. Influence of narrow row/light population corn on weed control and light transmittance. **Weed Technology**, Champaign, v. 9, p. 113-118, 1995.
- TEIXEIRA, L. A. J.; TESTA, V. M.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio no solo, nutrição e rendimento do milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 207-214, 1994.

URQUIAGA, S.; CRUZ, K. H. S.; BODDEY, R. M.
Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: Nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, p. 105-114, 1992.

WELCH, R.M.; GRAHAM, R.D. A new paradigm for world agriculture: meeting human needs productive, sustainable, nutritious. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 60, p. 1-10, 1999.

WIRÈN-LEHR, S. von. Sustainability in agriculture – an evaluation of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practice. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 84, p. 115-129, 2001.

YUSSEFI, M.; WILLER, H. **Organic agriculture worldwide statistics and future prospects**. Dürkheim: Stiftung Ökologie & Landbau, Bad: SÖL, 2002. 159 p.

Circular Técnica, 81

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: MG 424 Km 45 Caixa Postal 151 CEP
35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3779 1000

Fax: (31) 3779 1088

E-mail: sac@cnpmis.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2006): 200 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Antônio Álvaro Corsetti Purcino

Secretário-Executivo: Cláudia Teixeira Guimarães

Membros: Carlos Roberto Casela, Flávia França
Teixeira, Camilo de Lelis Teixeira de Andrade,
José Hamilton Ramalho, Jurandir Vieira Magalhães

Expediente

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa