

Manejo da **diversidade genética**





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Manejo da **diversidade genética** do

MILHO

em sistemas agroecológicos

*Altair Toledo Machado
Cynthia Torres de Toledo Machado*

*Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2009*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970 – Planaltina-DF
Fone (61) 3388-9898 – Fax (61) 3388-9879
www.cpac.embrapa.br
sac@cpac.embrapa.br

Aepago - Associação Estadual dos Pequenos Agricultores de Goiás

Rua Bolívia, 16 - Bairro das Américas
CEP 75703-500 - Catalão, GO
CNPJ: 07300516/0001-09

Coordenação editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbués

Equipe de revisão
Francisca Elijani do Nascimento
Jussara Flores de Oliveira Arbués

Revisão técnica
Altair Toledo Machado
Cynthia Torres de Toledo Machado

Normalização bibliográfica
Paloma Guimarães Corrêa de Oliveira
Shirley da Luz Soares de Araújo

Fotos: *Altair Toledo Machado (capa)*
Leo Nobre de Miranda

Capa
Fabiano Bastos

Projeto gráfico e diagramação
Leila Sandra Gomes Alencar

1ª edição

1ª impressão (2009): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n° 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP
Embrapa Cerrados

M149m Machado, Altair Toledo.
Manejo da diversidade genética de milho em sistemas agroecológicos / Altair Toledo Machado, Cynthia Torres de Toledo Machado – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009.

94 p. : Il. color.

ISBN 978-85-7075-056-3

1. Milho. 2. Diversidade genética. I. Título. II. Machado, Cynthia, Torres de Toledo.

584.92 - CDD 21

© Embrapa 2009



Autores

Altair Toledo Machado

Engenheiro Agrônomo, D. Sc.,
Pesquisador da Embrapa Cerrados
altair@cpac.embrapa.br

Cynthia Torres de Toledo Machado

Engenheira Agrônoma, Ph.D.,
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
cynthia@cpac.embrapa.br







Apresentação

O milho apresenta-se como um dos mais importantes cultivos para os agricultores familiares, que têm com essa cultura um vínculo histórico referenciado pelas mais diferentes formas socioculturais e de usos agroalimentares. A diversidade genética existente no milho permite o seu cultivo nos mais diversos ambientes. O milho é plantado desde a latitude 58°N até 40°S, desenvolvendo-se desde o nível do mar até 3.800 m de altitude. O germoplasma de milho é constituído por raças locais (crioulas), populações adaptadas e materiais exóticos introduzidos, sendo caracterizados por uma ampla variabilidade genética. A diversidade genética de milhos crioulos e (ou) locais no Brasil é representada basicamente por variedades oriundas de raças recentes e em sua maioria sofrem um forte processo de erosão por causa da contaminação e (ou) do efeito de amostragem. Os agricultores que cultivam as variedades crioulas são pequenos agricultores que, em sua maioria, estão sujeitos a problemas ambientais caracterizados por estresses bióticos e abióticos e por fatores econômicos.



O trabalho conjunto entre pesquisadores, técnicos e agricultores pode ser uma das alternativas para minimizar os efeitos citados acima. A estratégia da pesquisa participativa, em que busca-se entender a diversidade genética de milho, identificar, selecionar e produzir sementes locais de milho adaptadas à realidade dos pequenos agricultores, pode contribuir de forma eficiente na diminuição dos problemas de erosão genética, incrementar os seus processos produtivos e garantir a autonomia dos pequenos agricultores na questão das sementes de milho. Outro ponto importante refere-se ao cultivo de milho em sistemas agroecológicos no qual a associação com outros cultivos, incluindo a espécie de cobertura, podem conferir uma maior sustentabilidade nos processos produtivos.

Nesse sentido, a proposta desta publicação é contribuir com subsídios técnicos para a produção de sementes locais de milho em sistemas agroecológicos pelos agricultores familiares.

José Robson Bezerra Sereno
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados



Sumário

Capítulo 1

Manejo da Diversidade Genética de Milho com Enfoque no Melhoramento Participativo	11
Origem, Distribuição Geográfica e Difusão das Variedades locais .	13
Estrutura Reprodutiva do Milho	15
Tipos de Endosperma e os Diferentes Tipos de Mutantes	17
Conceituação de Sementes, Variedades, Híbridos e Transgênicos .	20
Estratégias do Melhoramento Participativo Descentralizado . . .	29
Protocolo para o Desenvolvimento de um Trabalho de Melhoramento de Participativo.	32
Procedimentos para o Resgate de Variedades Locais	35
Ensaio de Avaliação.	38



Melhoramento de Variedades	43
Produção de Sementes de Milho Variedade na Comunidade	47
Bancos Locais de Sementes	51

Capítulo 2

Produção de Milho em Sistemas Agroecológicos	55
Preâmbulo	57
Práticas e Princípios da Produção Ecológica	58
Associação e Rotação de Cultivos	59
A fertilidade dos Solos em Sistemas de Agricultura Ecológica . . .	61
Importância e Efeito da Matéria Orgânica no Solo	66
Correção do Solo e Aplicação de Fertilizantes Minerais	67
Proteção das Plantas em Sistemas de Produção Ecológicos: controles culturais e biológicos	84
Considerações Finais	91
Referências	92



Capítulo 1

Manejo da Diversidade Genética de Milho com Enfoque no Melhoramento Participativo

Altair Toledo Machado

Cynthia Torres de Toledo Machado





Origem, Distribuição Geográfica e Difusão das Variedades Locais

O milho teve sua origem na Mesoamérica, um dos mais importantes centros de domesticação de vegetais. A Mesoamérica compreende a região que, ao norte, vai desde Tampico, no Golfo do México, até a parte meridional de Sinaloa, no Pacífico, e é limitado ao sul com Honduras e Nicarágua (MACHADO; MAGNAVACA, 1991).

A família das gramíneas, à qual pertence o milho, compreende várias espécies agrupadas em umas 20 tribos. Alguns botânicos dizem que o milho pertence a tribo *Maydeae*, que se divide em três gêneros: *Zea* (milho), *Euchlaena* (teosinte) e *Tripsacum*, que são originários da América. Outra tribo tem apenas *Coix*, originário do sudoeste da Ásia. E outra, ainda, inclui três ou quatro gêneros ainda pouco estudados (MACHADO; MAGNAVACA, 1991).

O cultivo de milho é, provavelmente, tão antigo quanto os primórdios da agricultura. Sua domesticação ocorreu há cerca de 7.000 ou 10.000 anos (PATERNIANI, 1993), tornando-se a espécie com maior grau de domesticação. O grau de domesticação do milho é tão alto que, hoje, essa espécie não sobrevive sem os cuidados do homem (NASS; PATERNIANI, 2005).

O milho foi cultivado em quase todo continente americano, mas somente as culturas mesoamericanas e do sudoeste dos Estados Unidos o consumiram como seu principal alimento. Quando os europeus chegaram no continente americano, o milho já era cultivado desde o norte do Canadá até o sul da Argentina e Chile. As técnicas

de cultivo, os procedimentos para convertê-lo em alimento, os usos em rituais e cerimônias, as formas de utilização e as comidas que com ele se preparavam eram muito diversas (MACHADO; MAGNAVACA, 1991).

A partir da Mesoamérica, a migração do milho para diversas regiões deu origem a uma grande diversidade de raças, bem como possibilitou a sua adaptação a diversas condições ecológicas. É cultivado em climas que vão desde regiões equatoriais até regiões subárticas, bem como em zonas extremamente áridas.

O início do aprofundamento no conhecimento das raças de milho se deu com o trabalho de Welhausen et al. (1952), em que foram avaliados 2 mil acessos do México. Essa iniciativa desencadeou uma série de levantamentos visando a um melhor detalhamento do germoplasma de milho disponível no mundo.

Para as condições brasileiras, são de particular interesse os estudos conduzidos por Brieger et al. (1958) e Paterniani e Goodman (1977), que descreveram e avaliaram o potencial genético das raças de milho no Brasil e países vizinhos. Quatro raças foram destacadas:

- 1) *Indígenas*, representadas pelos milho Caigang, Moroti, entrelaçado, Lenha, entre outros.
- 2) *Antigas*, representadas pelos Catetos, Cravo e Cristal.
- 3) *Recentes*, representadas pelo Dente Paulista e Dente Rio Grandense.

- 4) *Exóticas*, representadas principalmente por introduções de germoplasma mexicanos e do Caribe, selecionadas por Centros de Pesquisa.

Segundo Machado et al. (1998), entre as variedades locais existente no Brasil, 90% são representadas pelas raças recente e exóticas

A conservação de raças locais (crioulas) tropicais de milho das Américas é feita pelo Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (Cimmyt), situado em Texcoco, no México. Nesse país, teve início a coleta sistemática, caracterização e utilização de raças locais tropicais em meados dos anos 1940 (NASS et al., 2005). Entre as estratégias que se buscam hoje para a conservação dessas variedades locais, estão os bancos locais de sementes com o controle efetivo das comunidades de agricultores.

Estrutura Reprodutiva do Milho

O milho é uma planta monoica, com produção de pólen nas anteras do pendão e estilo-estigmas nas espigas, caracterizando órgãos masculino e feminino separados na mesma planta (Figura 1). Não existem plantas macho e fêmea de milho. Apenas, quando se pretende fazer um determinado cruzamento específico, convencionou-se chamar de macho a planta que ficou com o pendão para fornecer pólen, e de fêmea a que teve o pendão arrancado, pois receberá pólen de outra planta.

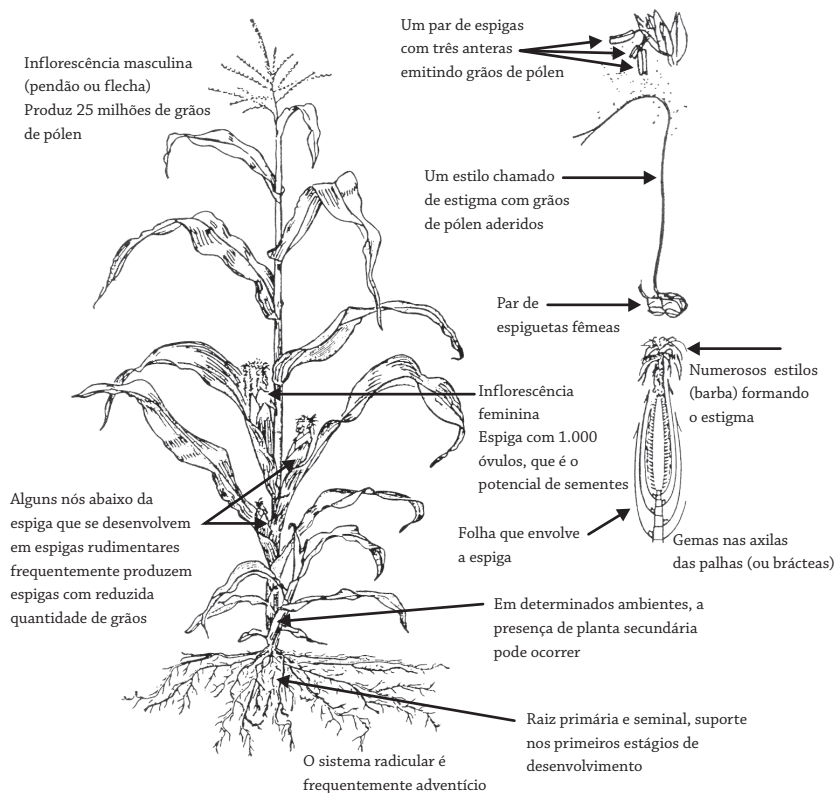


Figura 1. Morfologia do milho .

A polinização, ou seja, a fecundação que ocorre nos ovários na base de cada estilo-espiga, que corresponde a um grão da espiga, começa a ocorrer com a abertura das anteras no pendão e a liberação dos grãos de pólen. O pólen é retido ou pouco liberado até que haja vento suficiente ou outro fator que sacuda as anteras e carregue os grãos de pólen. Isso assegura um alto índice de polinização cruzada (superior a 70%) e pouca autofecundação (inferior a 30%) em um campo de milho. Em cada planta, o pendão usualmente libera pólen antes da emergência dos estilo-estigmas das espigas, mas continua liberando por vários dias depois que os estigmas estão prontos para serem fecundados.

Um pendão pode liberar pólen por mais de uma semana, e um campo de milho pode liberar pólen por um período de 12 a 15 dias, dependendo da homogeneidade da cultivar plantada. Um único pendão pode produzir, em média, 18 milhões de grãos de pólen, o que pode equivaler a 25 mil grãos de pólen para cada grão de uma espiga de até mil grãos.

Em geral, a polinização de uma espiga é feita tão logo os estilo-estigmas das espigas são liberados da palha e a polinização se completa 3 dias após essa liberação. Os estilo-estigmas das espigas ficam umedecidos e receptivos ao pólen por mais 7 a 8 dias. Os grãos de pólen são capturados através dos estilo-estigmas e somente um grão de pólen fecunda o ovário na base do estilo-estigma. O estilo-estigma supre o grão de pólen da água necessária à sua germinação, enviando o tubo polínico até o ovário, ocorrendo a fecundação. Em geral, entre a fecundação e a maturidade do grão (formação da camada preta), são necessários 50 dias. Aí termina o processo de acumulação de matéria seca no grão e começa o processo de secagem desse grão (MACHADO; MAGNAVACA, 1991).

Tipos de endosperma e os diferentes tipos de mutantes

Os grãos de milho são classificados em seis tipos quanto a sua textura e aspecto: amiláceo ou farinhoso (floury); dentado; duro ou cristalino; pipoca; doce e ceroso (waxy).

Mais de 90% de todo milho cultivado no Brasil é do tipo de grão normal (dentado, duro ou semidentado) e a cor varia do amarelo ao laranja e ao branco. O alto teor de carboidratos, principalmente amido, e de outros componentes como proteínas, óleo e vitaminas torna o milho um produto bastante apreciado. O milho é normalmente

considerado um alimento energético e não proteico, principalmente em razão da deficiência de dois aminoácidos essenciais, a lisina e o triptofano.

O grão de milho é constituído por três partes principais: pericarpo, amido e embrião (Figura 2). O pericarpo que recobre o grão é rico em fibras e com ele são elaborados produtos para o gado, principalmente forragens. Do embrião são extraídos diversos tipos de óleo, tanto comestíveis como de uso industrial, e lubrificantes. Finalmente, do amido obtido do endosperma e do embrião, que representa mais de 90% do peso do grão, são obtidas diversas matérias-primas com as quais são elaborados uma enorme quantidade de produtos (mais de mil) (MACHADO; MAGNAVACA, 1991).

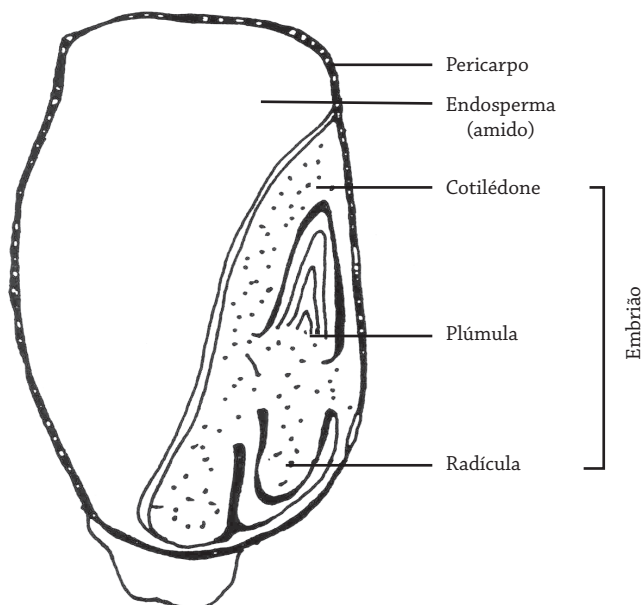


Figura 2. As três partes principais do grão de milho.

Entre os mutantes de milho, podemos citar o milho opaco (opaco-2), o qual apresenta os dois aminoácidos essenciais em quantidades razoáveis, o que confere características de qualidade proteica. Mas, apesar dessa vantagem, existem vários efeitos pleiotrópicos (é o efeito de um par de genes sobre vários caracteres) indesejáveis tais como: menor rendimento, endosperma macio, maior teor de umidade e maior susceptibilidade a doenças e pragas. Mas, apesar desses inconvenientes, por meio do melhoramento genético, conseguiu-se um milho de alta qualidade proteica com genes modificadores do opaco-2 que alteram o fenótipo opaco, tornando-o vítreo. Esse milho passou a ser chamado de alta qualidade proteica e começou a ser utilizado na alimentação humana e de animais monogástricos como suínos e aves.

Outro mutante importante é o *floury* (farináceo). Esse milho apresenta altos teores de lisina, triptofano e metionina, podendo ser utilizado com sucesso na suplementação de rações para frango, mas ainda mantém o aspecto opaco do grão.

O milho ceroso (*waxy*) é um mutante que apresenta diferenças no conteúdo de açúcares e amido (representado exclusivamente por amilopectina). Por causa das propriedades físico-químicas da amilopectina, esse tipo de milho pode ser empregado como substituto do amido de mandioca no preparo de alimentos. É conhecida sua aplicabilidade na indústria de produtos adesivos e alimentares, sob a forma de gomas, pudins, sorvetes, cremes, sopas, entre outros. Além disso, pode ser aproveitado, com vantagens em relação ao milho normal, no arraçamento de bovinos.

Outro mutante é o de alta amilose, que confere à semente um aspecto levemente enrugado e com endosperma mais opaco. Seu amido apresenta alto teor de amilose, o que o torna próprio para usos industriais como fabricação de filmes, plásticos, celofane, adesivos e produtos têxteis.

Há ainda dois mutantes que merecem ser citados: o doce e o superdoce. Ambos apresentam endosperma rico em polissacarídeos (açúcares) solúveis em água e sua utilização básica é na alimentação humana (milho verde in natura e em conserva).

A utilização do milho, principalmente o grão, é a mais variada possível e existe todo um complexo industrial envolvido na sua transformação tecnológica.

Conceituação de Sementes, Variedades, Híbridos e Transgênicos

Formação das sementes

Após a fertilização, o endosperma do milho vem a ser o resultado do desenvolvimento desse endosperma primário formado na fertilização. O zigoto, por sua vez, passa por divisões celulares e por diferenciação, transformando-se, em princípio, num pró-embrião de forma e características próprias da espécie. O crescimento e desenvolvimento do embrião continuam até atingir as características normais antes de a semente completar a sua maturação.

O embrião da semente de milho mostra claramente suas estruturas: escutelo (cotilédone), coleóptilo, folhas primárias, gema, raízes seminais, coleoriza e radícula.

Juntamente com a formação do embrião e do endosperma, dá-se o crescimento das paredes do ovário (pericarpo), que revestirá a “semente”, uma vez que os integumentos, que na fase inicial são proeminentes, acabam por se desintegrar. Assim sendo, os grãos de milho, tal como se apresentam nas espigas, são frutos simples, secos, indeiscentes e com uma só semente, frutos esse que recebem a denominação de cariopses.

Os frutos das gramíneas, por serem do tipo cariopse, confundem-se com as sementes das plantas dessa família, sendo empregados diretamente na propagação e multiplicação das plantas. Por esses motivos, os grãos de milho que são produzidos com a finalidade de serem utilizados na sementeira recebem normalmente a denominação de sementes.

É de grande importância que as sementes, ao serem cultivadas pelos agricultores, tenham o seu potencial máximo de germinação. Nesse sentido, o teor de umidade desempenha um papel muito importante no peso da matéria seca e no vigor. As sementes devem ser armazenadas com o teor de umidade próximo de 13% (TOLEDO, 1987).

Conceituação de variedades

1. **Variedades tradicionais:** são populações variáveis de plantas cultivadas (FRANKEL, 1971; FRANKEL; BROWN, 1984). Thurston et al. (1999) amplia a definição de variedades tradicionais como

populações ou raças que se tornaram adaptadas pelos agricultores por meio de condições naturais ou por seleção artificial.

Essas variedades são contrastantes com as variedades modernas que têm sido melhoradas ou selecionadas com a utilização de métodos científicos para caracteres tais como alta produção, baixa estatura, resposta a fertilizantes, entre outros. Por meio de processos de seleção natural e seleção humana, variedades tradicionais se adaptam aos ambientes onde são cultivadas e também aos sistemas de cultivo adotados pelos agricultores que incorporam valores sociais e culturais a partir da sua percepção.

Portanto, compreende-se como uma variedade tradicional aquela que vem sendo manejada em um mesmo agroecossistema por pelo menos três gerações familiares (avô, pai e filho), em que são incorporados valores históricos que passam a fazer parte das tradições locais. Esse processo não necessita de uma hereditariedade direta familiar, podendo ser pela hereditariedade da comunidade (dentro de um processo coletivo).

2. **Variedades tradicionais antigas:** mesma definição anterior; mas, nesse caso, são variedades, principalmente, de centros primários e secundários de origem, que estão sendo selecionadas por um longo tempo acima de dez gerações familiares.
3. **Variedades locais:** são variedades ou populações que estão sob contínuo manejo pelos agricultores a partir de ciclos dinâmicos de cultivo e seleção (não necessariamente) dentro de ambientes agroecológicos e socioeconômicos específicos (HARDON; BOEF,

1993). São necessários pelo menos cinco ciclos de cultivo para que uma variedade torne-se local.

4. **Variedades modernas e ou melhoradas:** são variedades que têm sido melhoradas ou selecionadas utilizando-se métodos científicos para aspectos como alta produção, baixa estatura, resposta a fertilizantes, entre outros (THURSTON et al., 1999). Os métodos de seleção podem ser convencionais e centralizados e ou participativos e descentralizados (MACHADO et al., 2006, 2008; MACHADO, 2007). As variedades tradicionais, crioulas ou locais podem tornar-se modernas e ou melhoradas e o inverso também pode ocorrer, desde que não haja inserção de genes de outras espécies.
5. **Variedades crioulas:** termo espanhol utilizado principalmente para variedades tradicionais, mas que pode ser adotado para variedades locais em determinadas situações, como, por exemplo, para aquelas variedades introduzidas em comunidades por menos de 20 anos.

Formação de híbridos

Todas as populações de polinização cruzada como o milho são constituídas de híbridos, considerando o termo na sua forma mais ampla. Os indivíduos em tais populações existem em alto grau de heterozigose e, sendo populações de reprodução sexuada, exibem grande variabilidade dos caracteres. Essa variabilidade é mantida naturalmente graças à polinização cruzada. A hibridação no sentido

mais amplo tem sido de interesse no melhoramento de grande parte das espécies cultivadas, tanto para a exploração do vigor de híbrido na geração F_1 como para promover o aparecimento de variabilidade genética em populações. Sendo o milho uma espécie monoica, com ambos os sexos na mesma planta, porém em órgãos separados, e também em virtude do tamanho da planta e da inflorescência, o processo de emasculação, que faz parte do sistema de produção da semente híbrida, torna-se relativamente fácil. Assim, os híbridos são produzidos plantando-se linhas de macho (polinizador) e linhas de fêmea (emasculadas ou despendoadas artificialmente) em proporção variável (1:2, 1:3, 1:4, 2:4, etc.) em campos isolados para evitar contaminação por pólen estranho. Existem diversos tipos de híbridos, mas, em qualquer caso, o esquema de plantio pareado macho: fêmea é utilizado. As sementes híbridas são colhidas nas fêmeas e os machos são destruídos logo após a polinização (MIRANDA FILHO; NASS, 2001).

Existem diferentes tipos de híbridos em milho e os mais importantes são:

- a) Híbrido intervarietal: obtido pelo cruzamento entre duas variedades.
- b) Híbrido simples: obtido pelo cruzamento de duas linhagens endogâmicas. As linhagens endogâmicas são obtidas pela autofecundação sucessiva, o que favorece a homozigose. Em alguns casos, pode apresentar efeitos letais, subletais ou deletérios para alguns caracteres.

- c) Híbrido triplo: obtido pelo cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem endogâmica.
- d) Híbrido duplo: obtido pelo cruzamento de dois híbridos simples

Efeito do cruzamento entre milho híbrido e variedades de polinização aberta, como é o caso das variedades crioulas

As variedades de polinização aberta apresentam uma certa variabilidade resultante de uma mistura de um grande número de genótipos, o que lhes confere maior estabilidade fenotípica do que se esperaria de uma população geneticamente mais uniforme. Por causa das variações de ambiente, condições adversas de clima, pragas e patógenos, uma população com maior variabilidade genética está mais protegida do que aquela constituída por um único genótipo.

Em contraposição, o milho híbrido, que representa a geração F_1 de um cruzamento entre linhagens endogâmicas (que sofreram sucessivas autofecundações e, portanto, apresentam baixíssima variabilidade genética), é constituído por um ou poucos genótipos. A superioridade do híbrido é por causa da combinação dos genes, os quais estão em grande quantidade na condição heterozigótica. Assim, a frequência de grande parte dos genes é de 50%. Essa superioridade, portanto, só se manifesta na geração F_1 . Na geração seguinte, que corresponde à F_2 , haverá segregação gênica e muitos indivíduos serão produzidos onde genes desfavoráveis recessivos estarão na condição homozigótica. Em média, portanto, a geração F_2 será inferior a F_1 .

Por essa razão, o cruzamento do híbrido com variedades de polinização aberta é um perigo em virtude da contaminação com genes homozigóticos deletérios presentes nos híbridos e que afetará a frequência gênica e genotípica dessas variedades.

Essa preocupação também existe, em campos de formação de híbridos, na contaminação das linhas fêmeas. Esse problema da contaminação é tão sério que os campos de produção da semente comercial são fiscalizados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) para verificar se houve ou não contaminações. A semente é produzida em campo de cruzamento e as normas de fiscalização e as adotadas pelas empresas comerciais seguem as indicações publicadas por inúmeros autores, como, por exemplo, Miranda Filho e Viégas (1987), que fazem referência aos cuidados a serem tomados nesses campos de cruzamento. Um cuidado importante é o isolamento, que se consegue plantando o campo a 300 m – 500 m de distância de outros campos (em razão das condições locais, tais como direção dos ventos e declividade dos terrenos, entre outros) ou plantando em épocas diferentes (25 a 30 dias de intervalo). Nos campos experimentais das empresas, esse isolamento também é adotado com o mesmo rigor de isolamento acima citado, apesar de não existir fiscalização, mas com o cuidado de preservar a integridade das linhagens parentais. A perda de linhagens endogâmicas, principalmente as transgênicas, por contaminação é um desastre para as empresas detentoras desse material genético.

Convém destacar que os transgênicos de milho só ocorrem em linhagens na qual formaram os híbridos por causa da facilidade de

manipulação em linhagens endogâmicas. Assim, as mesmas preocupações que existem com a contaminação de variedades por híbridos existem com os transgênicos, pois estes também são híbridos, com o agravante de, além de ter o problema da presença de genes desfavoráveis homozigóticos, há também a presença de genes exóticos que poderão afetar a composição gênica das variedades de polinização aberta.

Híbridos transgênicos

O milho híbrido transgênico é obtido a partir da modificação do DNA pela introdução de genes de outras espécies por meio das técnicas do DNA recombinante. A maioria das plantas transgênicas é obtida pelo método indireto, mediado principalmente por *Agrobacterium tumefaciens*, que é uma bactéria encontrada no solo, pertencente à família Rhizobiaceae.

Os métodos de transformação envolvendo agrobactérias são simples, rápidos e de alta eficiência. Atualmente, essas técnicas de transgenia objetivam três alvos principais, que podem ser classificados como: (a) tolerância ao herbicida; (b) inserção de genes de resistência a insetos e doenças; e (c) qualidade de produtos. Além desses objetivos, essas técnicas podem ser usadas também para a formação de matéria-prima de usos não comestíveis, como para a produção de plásticos, espermicidas, entre outros.

Se por um lado, a transformação de plantas é um marco da nova biotecnologia e representa uma relevante conquista da genética de plantas. Por outro lado, essa tecnologia apresenta limitações que devem ser consideradas. Entre elas, enumeram-se as de ordem

genética, destacando-se dois aspectos importantes: (a) estabilidade do DNA exógeno dentro do genoma do hospedeiro; e (b) sua influência em outros caracteres a partir da correlação gênica. Quanto às limitações de ordem bioquímica, figuram as relações metabólicas, principalmente no que se refere à síntese de aminoácidos e proteínas e à inibição enzimática, que precisam ser mais bem estudadas. Aspectos de evolução de plantas também devem ser considerados, identificando-se as barreiras envolvidas na integração e na expressão dos genes transgênicos, bem como a influência nos processos evolutivos naturais, nos quais estão envolvidas a pressão ambiental e a seleção natural. Os impactos no ambiente a serem considerados incluem alguns de relevância, como a contaminação, a partir do fluxo gênico, de variedades locais, tradicionais e selvagens, interferindo no germoplasma das espécies em estudo e podendo provocar forte erosão genética, surgimento de plantas invasoras carregando transgenes que conferem tolerância a herbicida, possibilidade de desenvolvimento de genes de resistência nos insetos e aumento na virulência de patógenos.

A introgressão de transgenes em variedades de milho representa um desastre para essas variedades, criando uma dependência ao modelo bioquímico formadas pelos transgenes, afetando conseqüentemente todo processo de adaptação aos diferentes tipos de estresses bióticos e abióticos, além de modificar os arranjos metabólicos nessas variedades.

Apesar do seu enorme potencial, representando um marco na era da genética moderna, os riscos para a saúde, para o ambiente e para a

sociedade são reais e necessitam que sejam estudados criteriosamente (MACHADO, 2006).

Estratégias do Melhoramento Participativo Descentralizado

O manejo dos recursos vegetais, incluindo o melhoramento participativo, desempenha um papel relevante para os agricultores familiares, principalmente quando vivem em regiões com condições ambientais, climáticas e econômicas adversas. Essas práticas contribuem para a construção de um ambiente agrícola sustentável, com a elevação de renda e agregação de valores ambientais e sociais, criando as bases para a soberania alimentar das comunidades, que passam a ter autonomia sobre a produção das sementes.

O melhoramento participativo, que é um componente do manejo da diversidade genética, começou a ser delineado no início dos anos 1980 e possui como ingrediente fundamental a inclusão sistemática dos conhecimentos, habilidades, experiências, práticas e saberes dos agricultores.

Essa modalidade de melhoramento se baseia nos conhecimentos da genética vegetal convencional, da fitopatologia e da economia, combinando-os à antropologia, à sociologia, aos conhecimentos dos produtores e aos princípios da pesquisa de mercado e desenvolvimento de produtos. O melhoramento participativo possui múltiplos objetivos, mais amplos do que os do melhoramento formal ou convencional. Tem por metas o ganho de produtividade (comum ao

melhoramento convencional), a conservação e promoção do aumento da biodiversidade (promoção da variabilidade genética), a obtenção e uso de germoplasma de adaptação local (variedades modernas ou locais, dependendo dos objetivos), a seleção dentro de populações, a avaliação experimental de variedades (também denominada seleção participativa de variedades), o lançamento e divulgação de novas variedades, a diversificação do sistema produtivo e produção de sementes. A organização é totalmente descentralizada, o trabalho é desenvolvido com grupos de produtores e (ou) comunidades agrícolas, podendo ou não haver o lançamento formal de variedades e a difusão das sementes ocorre no plano formal e (ou) local (MACHADO et al., 2008).

O melhoramento participativo vincula-se ao manejo da agrobiodiversidade, e o seu enfoque estruturante deve ser descentralizado. As comunidades de agricultores familiares devem participar de todas as etapas do processo de melhoramento, a fim de garantir a sua autonomia e a sua soberania alimentar. Em sistemas agroecológicos, torna-se fundamental o desenvolvimento de variedades adaptadas aos ambientes locais. Essas variedades, quando vinculadas a um agroecossistema funcional, têm uma lógica própria impossível de ser reproduzida em um centro de pesquisa. Por essa razão, há uma considerável carência de variedades de diferentes espécies adaptadas a sistemas agroecológicos. Essa carência faz com que muitas vezes a produção ecológica torne-se onerosa para o produtor e para o consumidor.

O melhoramento participativo descentralizado coloca em questão a soberania e a autonomia das comunidades. Cabe às instituições fornecer o aporte técnico e estratégico para que as comunidades possam reproduzir, de forma eficiente, todo o processo de manejo da agrobiodiversidade, incluindo a seleção de plantas.

Outro aspecto importante é que o melhoramento de variedades locais deve ser realizado com os agricultores, a fim que possam ser discutidas e repassadas técnicas de seleção genética para eles, para que possam fazer a seleção de forma eficiente, sem cometer erros de manejo que venham a provocar erosão genética nas variedades locais. Nesse sentido, é necessário que projetos com essa finalidade possuam um forte componente de capacitação de técnicos e agricultores, utilizando-se os pólos comunitários para realizar a capacitação em melhoramento participativo e em manejo agroecológico e da agrobiodiversidade (MACHADO et al., 2008).

Como resultado do manejo da agrobiodiversidade, podemos mencionar o equilíbrio dos cultivos diversificados dentro dos múltiplos agroecossistemas, a conservação dos valores culturais e tradicionais e a conservação e uso de variedades locais e (ou) tradicionais. Essas variedades são a base da agricultura familiar e indígena e constituem uma importante fonte genética de tolerância e resistência para diferentes tipos de estresses e de adaptação aos múltiplos ambientes e manejos locais. Dessa forma, têm um inestimável valor para a humanidade, constituindo a base de sua soberania alimentar (MACHADO et al., 2008).

Protocolo para o Desenvolvimento de um Trabalho de Melhoria Participativo

Organizacional

Estabelecer relações locais comunitárias e formação de redes locais e regionais são as primeiras atividades a serem realizadas. Em conjunto com a comunidade, estabelecem-se as estratégias locais de sensibilização e de organização para que o programa possa ser realizado de forma bastante participativa. Uma das estratégias que podem ser adotadas referem-se a pólos de irradiação, sendo esse um local comunitário onde as diferentes ações de pesquisa e desenvolvimento poderão ser executadas. É importante definir o estabelecimento de unidades multifuncionais e bancos comunitários de sementes. Na unidade multifuncional, são estabelecidas as condições para promover cursos de formação e capacitação, além de outras atividades.

A segunda etapa de um programa de melhoria participativo refere-se à capacitação dos agricultores. Essa fase é precedida de um diagnóstico preliminar sobre o ambiente local e a diversidade presente nas comunidades e ou locais de cada participante. Essa fase é muito importante para o aprendizado sobre as diferentes formas de manejar a diversidade genética dos cultivos por eles definidos, cuidados e problemas com erosão genética e cultural, além de outros problemas definidos pelos agricultores. Os objetivos do curso de capacitação sobre melhoria participativo é melhorar o nível de conhecimento dos agricultores sobre a conservação, produção e melhoramento dos recursos genéticos de plantas em uma forma mais

ampla, referenciando-se as questões vinculadas a agrobiodiversidade e agroecologia. Nessas capacitações sobre melhoramento participativo, três elementos são considerados como fundamentais para que a proposta tenha sucesso: incrementar a diversidade de variedades locais, estabelecer mecanismos de conservação local e empoderamento dos agricultores (Figura 3).

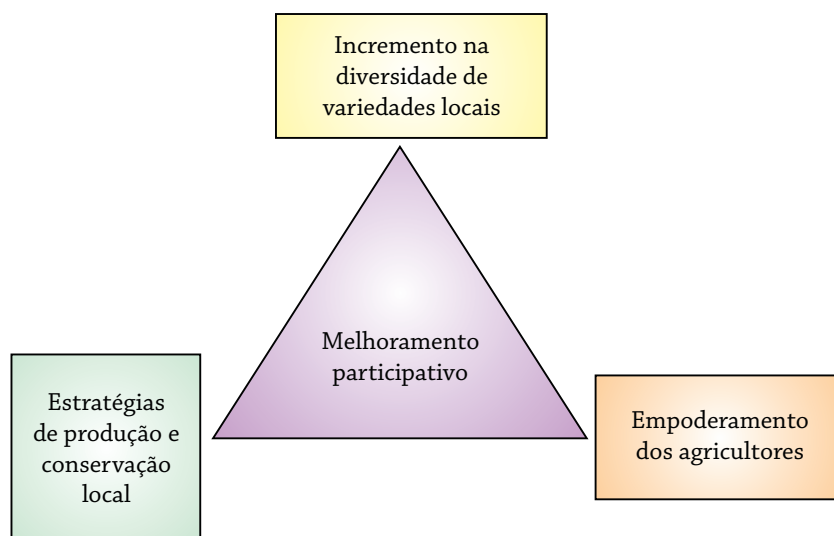


Figura 3. Três componentes básicos do melhoramento participativo.

Planejamento e preparação

As atividades de um programa de melhoramento participativo são realizadas incluindo os seguintes elementos fundamentais para o estudo em campo:

- *Resgate de variedades locais*: realizada junto aos agricultores das comunidades locais da mesma ou de outras regiões e junto a banco de germoplasmas oficiais, incluindo variedades comerciais.
- *Ensaio de avaliação entre diferentes variedades*: de fundamental importância para identificar as variedades que se adaptam a uma determinada região com manejos específicos, como, por exemplo, manejo agroecológico. É importante também para verificar o potencial genético das variedades locais e os possíveis problemas com erosão genética. Os ensaios são bastante úteis nos procedimentos pedagógicos para o conhecimento da cultura do milho, sendo bastante relevantes junto aos órgãos públicos que possuem programas de fomento a produção e distribuição de sementes de variedades locais, além de outras ações relevantes e a bancos de crédito, pois os ensaios comprovam o potencial dessas variedades quando comparadas a testemunhas comerciais. Ensaio também são necessários para o registro dessas variedades quando for o caso e interesse local.
- *Melhoramento de variedades*: realizado junto aos agricultores e de forma descentralizada. O papel das instituições de pesquisa limita-se à transferência de conhecimentos relacionados aos procedimentos de melhoramento.
- *Produção comunitária de sementes*: tem por finalidade garantir a autonomia comunitária em relação às sementes

- *Conservação*: estratégias para viabilizar a conservação das variedades locais utilizando, principalmente, bancos locais de sementes.

Redes sociais de sementes

- Feiras de diversidade e ou de sementes: favorecem a troca e disponibilização de sementes.
- Estabelecimento de mercados locais e solidários.
- Troca de conhecimentos.

Procedimentos para o Resgate de Variedades Locais

O milho oriundo da seleção natural e da posterior domesticação pelo homem pode estar sofrendo processos de erosão genética por diferentes fatores, tais como a substituição de variedades locais por variedades melhoradas ou híbridos, amostragem inadequada, perdas por problemas ambientais, contaminação por fluxo gênico, entre outros.

Diante desse problema, é necessário preservar a variabilidade genética existente na cultura do milho, para manter os genes existentes nas diversas raças para eventual uso futuro. Essa preservação é feita por meio dos chamados bancos de germoplasma que podem ser os *Bancos Locais de Sementes*.

No resgate de uma variedade de milho em uma localidade, deve-se priorizar inicialmente a amostragem de plantas (espigas) e,

posteriormente, como e quantas sementes serão tomadas de cada espiga para compor a amostra final. A princípio, quanto maior a amostra melhor. Entretanto, há que se ter bom senso, pois amostras muito grandes são de difícil manuseio e podem representar desperdício de tempo e dinheiro. Assim, pode-se indicar como um mínimo aceitável cerca de 50 espigas e como um tamanho ótimo 100 espigas por população. Recomenda-se evitar a amostragem de milho a granel na composição de amostras para bancos de germoplasma. Contudo, em determinadas situações, essa pode ser a única opção possível. Nesse caso, amostras de 2 Kg de sementes é quantidade razoável (NASS et al., 2005).

A coleta normalmente é feita em regiões onde existem variedades locais ou através de intercâmbio entre outros agricultores, comunidades ou instituições. Ao se proceder a coleta de milho, deve-se observar algumas regras básicas:

- 1) Localizar o campo.
- 2) Observar se existe algum outro campo de milho próximo ao material a ser coletado.
- 3) Coletar um mínimo de 50 espigas obtidas de plantas representativas da população ou 2 kg de sementes.
- 4) Fazer a identificação em ficha de coleta.

Os procedimentos de resgate registrados na ficha de coleta permitem um melhor acompanhamento das variedades locais com adequadas informações que garantam a adequada conservação. A seguir, a ficha de coleta:

Ficha de coleta

Nome do coletor:

Data:

Local da coleta:

Localidade:

Município:

Estado:

País:

Caracterização do local

- Altitude e Latitude
- Solo:
 - Textura (arenosa, média, argilosa)
 - Drenagem (má, mediana, boa)
 - Fertilidade (fértil, regular, pobre)
 - Umidade (abundante, regular, escassa)
- Topografia:
 - Declividade (baixada, meia encosta, topo)
 - Relevo (plano, ondulado, montanhoso)
- Clima:
 - Temperatura (frio, temperado, quente)
 - Chuva (abundante, regular, escassa)
 - Vento (forte, moderado, fraco)
 - Granizo (frequente, regular, escasso)
 - Geadas (frequente, regular, escassa)

Caracterização da planta

Nome vulgar:

Altura (cm):

Número de espigas:

Altura da espiga (cm):

Comprimento da espiga (cm):

Número de fileira de grãos:

Tipo de grãos: farináceo, dentado, semidentado, duro, semiduro, opaco, pipoca, doce

Cor do endosperma: branco, creme, amarelo-claro, laranja, coroa branca

Ciclo: tardio, médio, precoce

Aspecto: vigoroso, mediano, fraco

Mês de semeadura:

Mês de colheita:

Número de semeaduras por ano:

Usos:

Características especiais:

Difusão da variedade:

Estado da cultura: doenças e pragas

Ensaio de Avaliação

Ao se avaliar vários cultivares com o objetivo de identificar aquele que é melhor para a região, deve-se considerar alguns princípios básicos de experimentação:

1. *Repetição*: permite uma estimativa do erro experimental, aumenta a precisão das estimativas e o poder dos testes estatísticos.
2. *Casualização*: sua finalidade é assegurar a validade da estimativa do erro experimental.
3. *Controle local*: refere-se ao controle da heterogeneidade do terreno onde é instalado o experimento.
4. *Erro experimental*: uma característica de todo material experimental é a variação que constitui a base dos estudos estatísticos.

Delineamentos experimentais

Existem vários delineamentos experimentais, mas os mais utilizados em milho são: blocos ao acaso, parcelas subdivididas, fatoriais e blocos incompletos (látices).

Normalmente, quando se têm poucos tratamentos e a finalidade principal é a comparação entre cultivares, o delineamento em blocos ao acaso é o mais utilizado. Nesse tipo de delineamento, existe um controle local porque a área experimental é dividida em blocos. Cada bloco é considerado no modelo e pode eliminar esse efeito na comparação entre tratamentos. Esse tipo de experimento é o mais utilizado em milho.

Ao se conduzir um experimento, devem-se tomar cuidados, tais como: (a) escolher um local uniforme e, (b) se houver tratamentos culturais

como aplicação de adubos, estes devem ser feitos de forma que todos os tratamentos recebam os mesmos cuidados, sem favorecimentos.

Proposta de um cronograma prático para realizar um experimento em blocos ao acaso

1. Escolher os tratamentos (variedades locais, melhoradas e comerciais).
2. Definir o número de repetições (um mínimo de 3, se possível).
3. Realizar sorteio dos tratamentos (casualização) em cada repetição (blocos).
4. Definir o tamanho da parcela experimental (onde está contido o tratamento). Por exemplo: 2 linhas de 5 m ou uma fileira de 10 m.
5. Definir o stand do experimento (nesse caso o ideal é que cada tratamento tenha 50 plantas dentro da parcela experimental, ou seja, 25 plantas por linha de 5 m).
6. Fazer o desbaste. É importante plantar um número excedente de sementes e depois fazer desbaste, para garantir o stand ideal de 50 plantas dentro das 2 linhas de 5 m, que corresponde à parcela experimental onde está contido o tratamento.
7. Espaçamento (20 cm entre plantas e 1 m entre linhas).
8. Definir parâmetros de avaliação (florescimento masculino feminino, altura de planta e da espiga, doenças e pragas, acamamento e quebramento, ataque de pragas, doenças,

stand final, doenças nas espigas, empalhamento das espigas, produção de grãos e outros a critério da comunidade). Esses parâmetros devem ser avaliados da mesma forma para todos os tratamentos. Ao ocorrer a floração masculina e feminina, deve ser anotado a data em que 50% + 1 das plantas estejam emitindo pólen (floração masculina) ou do aparecimento da barba da espiga (floração feminina). As alturas da planta e da espiga podem ser anotados apenas de 5 plantas representativas, e os demais parâmetros devem ser anotados em todas plantas da parcela experimental (Figuras 4 e 5).

9. Análise estatística dos dados obtidos.

Fl.: _____		Ano: _____		Exp n°: _____		Local: _____		Plantio: _____							
Tratamento	Bloco	Repetição	Parcela	Dias p/ floração	Altura da planta	Altura da espiga	Acamamento	Quebramento	Stand	N° de espigas	N° de espigas doentes	Peso de espigas	Peso dos grãos	% de umidade	Avaliações

Figura 4. Planilha de avaliação de cultivares de milho .

Fonte: Embrapa Milho e Sorgo.

T1 a T5 são as 5 variedades diferentes
que estão sendo avaliadas

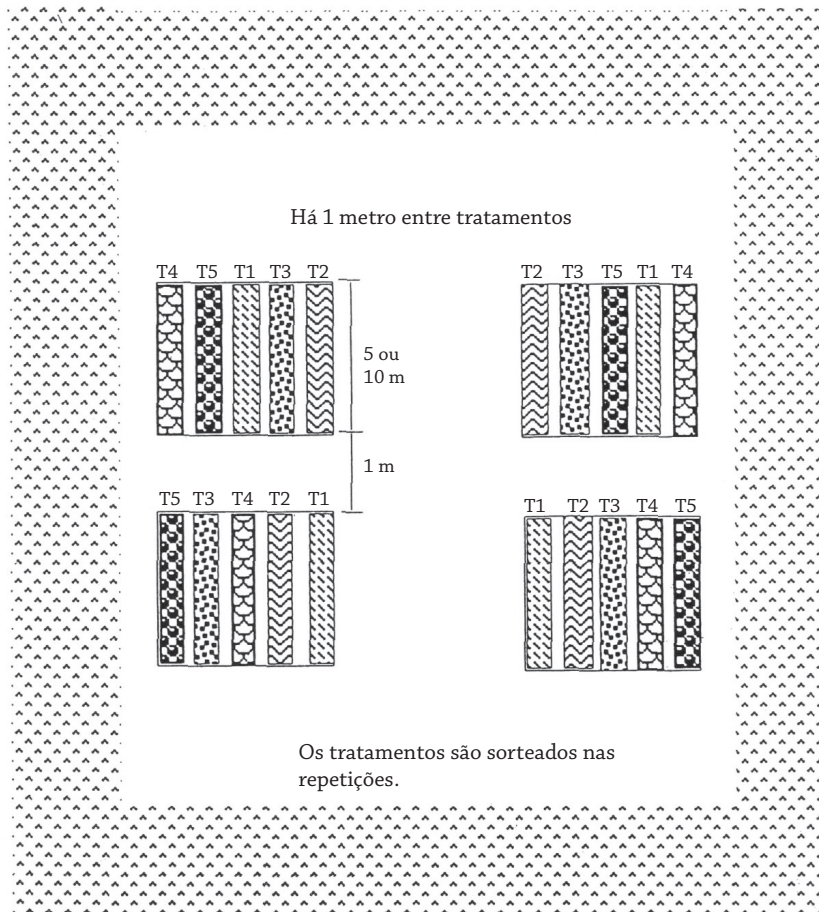
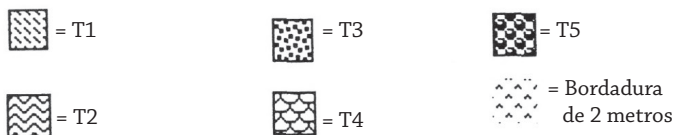


Figura 5. Croqui ilustrativo de um delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos.

Fonte: Machado e Magnavaca, 1991.

Melhoramento de Variedades

O pólen produzido por uma lavoura de milho pode atingir plantas de uma lavoura, a uma distância de até 400 m. Assim, um agricultor que tiver uma área a uma distância superior de 400 m de outras lavouras de milho e com plantas como, por exemplo, da variedade Caiano, pode colher espigas dessa lavoura e plantar novamente na mesma área ou em outras áreas isoladas. Nesse caso, ele estará mantendo a sua variedade livre de contaminação ou cruzamento com outras variedades de milho. Ou seja, esse agricultor terá em mãos uma variedade pura que pode ser colhida e replantada no próximo plantio.

Observando esse e outros cuidados, como, por exemplo, o tamanho da amostragem das espigas selecionada (representação mínima de 100 espigas da variedade para o próximo plantio), muitos agricultores fizeram e fazem verdadeiros trabalhos de seleção em suas variedades locais, deixando para a humanidade uma grande contribuição, ou seja, milhares de variedades locais de milho, cada uma adaptada às condições específicas de determinada região. Porém, nem sempre uma variedade selecionada num determinado local tem todas as características adequadas para a produção quando plantadas em outros locais diferentes. Mas o conjunto dessas variedades locais de milho, selecionadas por agricultores de todo o mundo, compõem o que chamamos de germoplasma de milho (MACHADO; MAGNAVACA, 1991).

O objetivo principal do melhoramento é aumentar a frequência de genes favoráveis desejados. Mas, para se atingir efetivamente esse objetivo, é necessário considerar alguns pontos importantes como:

- Variabilidade genética presente na variedade a ser trabalhada.
- Método de seleção empregado.
- Tamanho populacional efetivo.
- Precisão na avaliação.
- Influência do ambiente.
- Efeitos pleiotrópicos e correlação entre caracteres selecionados.

Não podemos deixar de considerar, porém, que muitas variedades de milho trabalhadas por um longo período pelos agricultores tiveram perdas em seu potencial produtivo devido principalmente a dois fatores:

- Erro de amostragem: isso ocorre quando poucas espigas são colhidas para representar a população futura.
- Migração: ocorre por causa da contaminação com pólen de outra variedade plantada próxima ao material selecionado.

Métodos de seleção

Os métodos de seleção podem ser separados em dois tipos: intrapopulacional e interpopulacional.

Intrapopulacional:

- Sem teste de progênes:
 - Seleção massal simples
 - Seleção massal estratificada

- Com teste de progênes
 - Seleção de família de meio-irmãos
 - Seleção de família de irmãos germanos
 - Seleção de famílias endogâmicas
 - Seleção combinada entre diferentes tipos de famílias

Interpopulacional:

- Seleção recorrente recíproca

Seleção massal

É o método mais utilizado pelos agricultores familiares, tradicionais e comunidades indígenas, possuindo limitações e vantagens. Entre os inconvenientes e limitações, pode-se citar:

- Não há controle da descendência.
- O material é avaliado em um único local.
- Há um reduzido controle do ambiente.

Para executar

Planta-se em uma área isolada de outras culturas de milho um lote com 3 mil plantas, no mínimo, que é posteriormente subdividido em 60 estratos de 10 m, com aproximadamente 50 plantas por estrato.

A seleção será realizada dentro de cada estrato. Uma intensidade de seleção em torno de 20% seria o ideal ficando, assim, 10 plantas selecionadas por estrato, perfazendo um total de 600 plantas selecionadas nos 60 estratos.

Para a seleção de plantas, deve-se dar ênfase à seleção de plantas competitivas, não acamadas e nem quebradas, de porte mais baixo, sadias, espigas bem empalhadas, além de outras características favoráveis.

Das 600 plantas selecionadas, deve-se ficar com as 200 a 300 melhores espigas, que irão fornecer sementes para o próximo plantio. Para garantir uma amostragem adequada, retira-se o mesmo número de sementes de cada espiga, recompondo-se o número original de sementes.

Entre as vantagens da seleção massal estratificada, estão as seguintes:

- Relativa facilidade de condução e pouca necessidade de espaço de terreno.
- Grande tamanho efetivo da população.
- Possibilidade de se aplicar forte intensidade de seleção.
- Avaliação anual do material.
- Obtenção de um ciclo por ano.

Para aumentar a eficiência desse método, sugere-se o seguinte:

- Escolha, para seleção, uma variedade com potencial.
- Seleção antes da floração (eliminação das inferiores).
- Seleção na floração e pós-floração (marcação com etiquetas).
- Seleção em vários locais.

Produção de Sementes de Milho Variedade na Comunidade

Escolha da área

Na avaliação das condições locais para a produção de sementes de milho, é de fundamental importância a escolha da área. É recomendável especial atenção aos seguintes itens:

- Condições ecológicas limitantes.
- Fertilidade e presença de invasoras.
- Cultura anterior.
- Disponibilidade de mão-de-obra.
- Condições de armazenamento.
- Disponibilidade de máquinas e equipamentos.
- Estrada de acesso transitáveis em qualquer época.

Isolamento

A garantia da identidade genética das variedades de milho depende de cuidados especiais para que o campo de produção seja instalado em gleba isolada no espaço ou no tempo, de maneira a não permitir cruzamentos. Os grãos de pólen são muito leves, podendo ser levados a grande distância. Os isolamentos podem ser feitos da seguinte maneira:

- Isolamento por distância: 400 m de outro campo.
- Isolamento por tempo: época de plantio distanciada por 30 dias.

- Tratos culturais: manejo de plantas espontâneas, adubação, calagem.
- Roguing: retirar as piores plantas.

Colheita

A colheita manual é o processo mais utilizado, principalmente em pequenas áreas. As espigas colhidas manualmente são amontoadas nas chamadas “bandeiras”, onde podem sofrer uma seleção prévia.

É recomendável seguir os seguintes passos na colheita das sementes de milho:

- Colheita manual das espigas quando o teor de umidade se situar entre 15% e 18%; o atraso na colheita poderá acarretar em alguns prejuízos decorrentes da exposição dos grãos aos ataques de carunchos e lagarta, entrada de água e instalação de fungos, e até a germinação dos grãos da base em espigas mal empalhadas; predisposição das plantas às ações do clima e favorecimento do ataque de animais silvestres (SENAR, 2002).
- Secagem das espigas de 15% a 18% de umidade, quando necessário.
- Seleção das espigas.
- Debulha manual ou com debulhadoras próprias. Não é recomendável a utilização de debulhadoras do tipo “martelo”, pois causam sérios danos mecânicos nas sementes.

Beneficiamento e armazenamento

Vale reforçar que o milho mal armazenado está sujeito à proliferação de roedores e suas doenças, ao desenvolvimento de carunchos, contaminações com toxinas e conseqüentemente a perdas de valor nutritivo e qualidade (SENAR, 2002).

Seguem, portanto, alguns cuidados básicos para reduzir as perdas durante o armazenamento das espigas ou dos grãos (SENAR, 2002):

- Preferir variedades de milho com bom empalhamento.
- Evitar, sempre que possível, deixar o milho no campo mais tempo que o necessário.
- Antes do armazenamento, fazer anualmente a limpeza do paiol, com a utilização de lança-chamas, varrição e aplicação de repelentes naturais.
- Utilizar repelentes, terra diatomácea ou similares durante o enchimento do paiol.

Para o caso de o milho já estar carunchado, é possível expurgar com dióxido de carbono (CO₂) em ambientes hermeticamente fechados. Pode ser usado ainda repelente a base de folhas de eucalipto.

O armazenamento pode ser feito utilizando-se tambores (do tipo de gasolina ou de óleo) de mil litros, que devem ser hermeticamente fechados, garantindo, assim, a não propagação de insetos e um razoável controle da umidade. A semente pode ficar estocada sem que haja perda de vigor e germinação pelo prazo de até um ano. Caso não haja disponibilidade de tambores, o armazenamento pode ser

feito em lugar fresco e ventilado, desde que evite o ataque de ratos. O armazenamento também pode ser feito utilizando-se sacos plásticos. Alguns procedimentos para o armazenamento em tambores metálicos e sacos plásticos são descritos a seguir:

Em tambores metálicos

- Usar tambores metálicos com capacidade de 1000 litros (do tipo de gasolina ou de óleo).
- Proceder limpeza interna do tambor.
- Encher completamente o tambor.
- Fechar o tambor com tampa apropriada e parafiná-lo.
- Manter o tambor em local coberto, fresco ao abrigo do sol da chuva;

Em sacos plásticos

- Usar sacos de adubo vazio, previamente lavados e secos.
- Encher um saco com cerca de 40 kg de grãos, fechar a “boca” do mesmo com uma dobra bem feita, colando com cola do tipo “Brascoplast” e reforçando com fita adesiva (crepe).
- Colocar o saco de milho já cheio e fechado dentro de outro vazio e proceder ao fechamento do segundo saco da mesma maneira que foi feita no primeiro.
- Guardar os sacos em local coberto, fora do alcance de ratos.

Bancos Locais de Sementes

Os bancos locais de sementes constituem uma estratégia segura para a conservação das variedades locais em uma determinada comunidade ou região. Os bancos representam segurança para os agricultores que estão sujeitos aos problemas de estresses ambientais como seca, inundações, ataques de insetos, pássaros em virtude dos desequilíbrios ambientais existentes, contaminações pelo fluxo gênico, além de outros fatores nos quais podem ocorrer uma forte e rápida erosão genética em seus recursos genéticos representado por inúmeras variedades locais.

Em um banco local de sementes local são colecionados germoplasmas de cultivos locais com importantes informações e conhecimentos associados, armazenando, regenerando ou multiplicando segundo as demandas. É uma prática inovadora que conserva as sementes locais e fornece às comunidades de agricultores a continuidade dos processos evolutivos locais e segurança alimentar. As sementes são redistribuídas aos agricultores para manterem a diversidade agroecológica na unidade de produção como estratégia de qualidade de vida e de contribuição para o manejo dos recursos genéticos importantes localmente (STAPHIT et al., 2007).

Os bancos locais de sementes são uma abordagem de manejo comunitário, sendo mantido e administrado localmente, promovendo acesso fácil para controlar os materiais para plantio. Segundo Staphit et al. (2007), o estabelecimento dos bancos locais de sementes para o seu perfeito estabelecimento deve seguir as seguintes etapas:

- Etapa 1: a comunidade precisa perceber a taxa alarmante de erosão das sementes locais (ou crioulas) e entender a necessidade de sua conservação. Isso pode ser verificado pelo diagnóstico da biodiversidade.
- Etapa 2: um comitê para o manejo comunitário da agrobiodiversidade deve ser formado para cooperar com os agricultores, a fim de incentivá-los para a conservação e se ocuparem com o manejo do banco local de sementes.
- Etapa 3: as regras e os regulamentos relativos ao mecanismo para coleção de sementes, regeneração, controle de qualidade, acesso ao material genético e repartição de benefícios devem ser formulados de acordo com os interesses da comunidade. Devem ser definidos também os papéis e as responsabilidades dos diferentes participantes do comitê. Para ser localmente sustentável, as decisões devem ser tomadas em relação ao contexto, costumes e valores locais.
- Etapa 4: a coleção de sementes locais baseada nas informações de registro comunitário da agrobiodiversidade é essencial para promover um treinamento conceitual e prático que assegure a própria manipulação e armazenamento de sementes.
- Etapa 5: a distribuição de sementes deve ser baseada em regras e regulamentos que deem especial ênfase aos agricultores que não possuem sementes ou não tem possibilidade de adquiri-las. Além disso, deve ser mantida uma adequada amostragem das variedades para ser utilizada nos ensaios de avaliação, campos

de demonstração e nos campos de multiplicação de sementes para os anos subsequentes. Deve ser fornecida orientação suficiente para o usuário do banco de sementes, durante a distribuição e antes da colheita, para manter a qualidade e assegurar o retorno das sementes.

Feiras de sementes

As feiras de sementes ajudam a identificar áreas de alta diversidade, variedades locais desconhecidas, agricultores guardiães de sementes, enfim reconhecem os reais possuidores da diversidade genética e do conhecimento associado a ela. A feira de sementes é uma prática em que estão envolvidos diversos atores de origens geográficas distintas e em arranjos institucionais múltiplos. De uma forma geral, os objetivos da feira de sementes são:

- Criar uma consciência pública sobre o valor das variedades locais (crioulas).
- Localizar as áreas com alta diversidade.
- Identificar os guardiães de sementes e as razões por que as conservam.
- Promover a troca de sementes e conhecimentos como base da aprendizagem social.
- Melhorar o acesso às variedades locais.

- Documentar o nome das variedades locais e os conhecimentos associados aos usos e outros valores de importância local.
- Educar e influenciar as gerações mais jovens, bem como os políticos e administradores, sobre o valor das variedades locais e da agrobiodiversidade.



Capítulo 2

Produção de Milho em Sistemas Agroecológicos

Cynthia Torres de Toledo Machado

Altair Toledo Machado





Preâmbulo

Os sistemas agrícolas de base ecológica são aqueles que aplicam princípios ecológicos à produção, partindo da premissa da diversificação desses sistemas de modo a reduzir ou eliminar totalmente os insumos químicos, otimizando os recursos da propriedade agrícola por meio de técnicas específicas de manejo de solos e das lavouras.

Esses sistemas buscam a sustentabilidade ambiental, social e econômica, baseando-se na preservação e no respeito à terra, ao ambiente e ao homem, priorizando, inclusive, relações trabalhistas e de comércio justas.

As diferenças básicas entre sistemas de produção ecológicos e convencionais são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Principais diferenças entre sistemas de produção de base ecológica e sistemas convencionais.

Sistemas de produção ecológicos	Sistemas de produção convencionais
Sistemas diversificados	Sistemas pouco diversificados, monocultivos
Aumento da variabilidade genética	Redução da variabilidade genética
Solo compreendido como ser vivo	Solo compreendido como suporte para as plantas
Reciclagem de nutrientes, uso de fontes menos solúveis e matéria orgânica	Fertilizantes altamente solúveis
Controle alternativo de pragas e doenças	Uso intensivo de defensivos sintéticos
Interesses econômicos, ecológicos e sociais	Interesses econômicos de curto prazo

Na produção ecológica de milho, alguns cuidados e práticas devem ser considerados com relação à fertilização do solo, rotações de cultivos, escolha de variedades, estabelecimento e proteção da cultura, além da colheita e armazenamento.

Práticas e Princípios da Produção Ecológica

Algumas práticas são fundamentais em sistemas de produção de base ecológica e elas se baseiam, principalmente, na diversificação dos sistemas de produção e na promoção da qualidade do solo pela atividade microbiana e aporte de matéria orgânica. Resumidamente, entre essas práticas, destacam-se:

- Privilegiar a diversidade de cultivos e, dentro de uma mesma espécie, o plantio de diferentes variedades.
- Manter a vegetação natural circundando as áreas de lavoura de modo a manter os habitats de elementos da fauna e dos inimigos naturais promovendo o equilíbrio dos sistemas.
- Dar preferência a culturas e variedades adaptadas, originárias da região ou de regiões semelhantes.
- Fazer rotação de culturas e plantios consorciados: milho e feijão, milho e crotalária, milho e soja, milho e feijão de porco, entre outras, trabalhando com culturas principais associadas a culturas secundárias para enriquecer e recuperar os sistemas, ou serem utilizadas na alimentação animal.

- Manutenção da cobertura do solo para reduzir as perdas de nutrientes, água e do próprio solo por processo erosivos.
- Priorizar o cultivo mínimo.
- Integrar a produção animal com a vegetal, de modo a aproveitar os resíduos de ambas reciprocamente: restos da produção vegetal sendo usado na alimentação animal e resíduos animais sendo usados na adubação das culturas.

Associação e Rotação de Cultivos

As associações de cultivos são alternativas eficientes e de baixo custo que consistem em plantar duas ou mais espécies na mesma área, de modo que a produtividade e aproveitamento da área sejam aumentados e que as espécies cultivadas se beneficiem mutuamente.

Existem três tipos de associações de cultivos (NUÑEZ, 2000):

10. Mistos: quando a semeadura é feita ao acaso.
11. Intercalados: as espécies são plantadas com certa distância entre sulcos ou linhas.
12. Em parcelas ou faixas: os cultivos são semeados em parcelas que se intercalam por faixas.

Os benefícios das associações de cultivos estão na diminuição da necessidade de tratos culturais como capinas bem como do uso de máquinas, reduzindo também problemas de compactação de solo. Outros se relacionam com:

- Infiltração de água no solo de forma mais lenta, promovendo a retenção de umidade.
- Redução da intensidade de luz e calor que incidem sobre o solo, ajudando a reduzir a evapotranspiração e a temperatura do solo.
- Proteção contra erosão e consequente perda de solos e nutrientes.
- Melhoria da fertilidade dos solos, com o aporte contínuo de matéria orgânica e nutrientes, bem como distribuição e uso destes de forma mais equilibrada e estável.
- Maior oferta de produtos para consumo e (ou) comercialização pela diversificação da produção.

Para o milho, a combinação mais tradicional é com plantas da família das leguminosas. E, entre exemplos, pode ser citado o plantio consorciado de milho com feijão no esquema de 2 linhas de feijão para 1 de milho. Milho e abóbora também rendem boa combinação.

As rotações de cultivos são plantios alternados, que vão se sucedendo no tempo, com a finalidade de manter a fertilidade dos solos pela combinação de espécies de necessidades nutricionais diferentes. Embora grande parte das necessidades nutricionais das culturas seja semelhante em termos de nutrientes, as quantidades necessárias e os momentos de maior demanda são diferentes. E são nessas diferenças que se baseiam os planos ou sequências de rotação, porque, se cultivarmos sempre as mesmas culturas no mesmo lugar, o solo se esgotará e os ciclos de pragas e doenças serão mantidos.

As considerações de diferenças nutricionais se fundamentam basicamente na demanda por nitrogênio (N), recomendando-se que sejam alternados cultivos exigentes em N, como o milho, com cultivos pouco ou nada exigentes, como as leguminosas, que estão sempre enriquecendo o solo pelo aporte de N.

Deve-se também ter conhecimento sobre as condições químicas, físicas e biológicas do solo, os níveis de infestação com sementes de ervas espontâneas, os momentos de extremos climáticos, principalmente em relação a chuvas e umidade, temperatura e luminosidade, além das exigências das culturas que farão parte do sistema junto com o milho (SENAR, 2002).

Entre os benefícios das rotações de cultura, estão a manutenção da cobertura do solo, a promoção do equilíbrio biológico, diminuindo os ciclos de pragas e doenças, o melhor aproveitamento da área no tempo e a incorporação dos restos da cultura anterior após sua colheita de modo a beneficiar o plantio posterior e redução de custos de produção (NUÑEZ, 2000).

A Fertilidade dos Solos em Sistemas de Agricultura Ecológica

A fertilidade dos solos dentro de um enfoque ecológico preconiza a construção e manutenção, no curto e longo prazos, da capacidade dos solos em fornecer as condições necessárias para o crescimento das plantas. As práticas e as fontes de nutrientes utilizadas objetivam o manejo dos solos e a nutrição das plantas, a partir da manutenção dos componentes biológicos do solo, que são os macro e microrganismos

que atuam na decomposição dos resíduos e solubilização dos nutrientes.

A fertilidade será, portanto, o resultado do equilíbrio das condições físicas, químicas e biológicas do solo, construída com base em três componentes principais:

1. Macro e microrganismos decompositores.
2. Biomassa (restos orgânicos, palhadas).
3. Complementos dos minerais em desequilíbrio.

Para a fertilização dos solos e nutrição das plantas, tanto nos sistemas convencionais quanto nos de base ecológica, os nutrientes podem ser reciclados das reservas minerais das camadas inferiores dos solos, adquiridos de fora das propriedades ou produzidos nos próprios agroecossistemas. Como exemplo desse último, temos o nitrogênio (N) oriundo da fixação biológica – processo decorrente da associação simbiótica entre plantas da família das leguminosas e bactérias específicas do gênero rizóbio.

Nos sistemas ecológicos, havendo necessidade de fertilização, preconizam-se a utilização de formas orgânicas, como os esterco, resíduos vegetais e leguminosas; e fontes de liberação lenta, como os fosfatos de rocha, calcários e micronutrientes.

A razão da restrição aos fertilizantes minerais deve-se à sua solubilidade. Sendo mais solúveis, algumas formas minerais podem acarretar desequilíbrio nutricional às plantas quando são empregadas

fórmulas já preparadas sem considerar as necessidades específicas do local e das culturas. Por solubilizarem-se rapidamente, quando não são absorvidos pelas plantas, os fertilizantes e fórmulas minerais podem ser perdidos e contribuir para a acidificação dos solos ou acumularem-se nos lençóis freáticos, contaminando as reservas hídricas.

Assim, a análise dos solos e a correta verificação da necessidade de adubações e correções são instrumentos muito importantes na agricultura ecológica também, considerando que não é objetivo desse sistema de produção a exaustão das reservas dos solos, mas sim o uso eficiente dos nutrientes e a potencialização dos processos biológicos. Mesmo fontes orgânicas e de baixa solubilidade devem ser usadas com parcimônia para evitar desperdícios e contaminações.

A vegetação pode ser indicadora de condições de fertilidade ou de determinadas condições físicas dos solos (Tabela 2). A ocorrência de determinadas plantas acontece como resposta a determinadas condições dos solos, devendo ser considerada num diagnóstico da fertilidade, além das análises químicas.

Tabela 2. Plantas indicadoras das condições físicas e químicas dos solos.

Plantas	O que podem indicar
Amendoim bravo ou leiteira (<i>Euphorbia heterophylla</i>)	Desequilíbrio entre nitrogênio (N) e micronutrientes, sobretudo molibdênio (Mo) e cobre (Cu)
Azedinha (<i>Oxalis oxypetra</i>)	Solo argiloso, pH baixo, deficiência de cálcio (Ca) e molibdênio (Mo)
Barba de bode (<i>Aristida pallens</i>)	Solos de baixa fertilidade
Beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>)	Solo fértil. Não prejudica as lavouras, protege o solo e é planta alimentícia com elevado teor de proteína
Cabelo-de-porco (<i>Carex spp</i>)	Solo compactado e deficiente em cálcio (Ca)
Capim amargoso ou capim açu (<i>Digitaria insularis</i>)	Aparece em lavouras abandonadas ou em pastagens nas manchas úmidas, onde a água fica estagnada após as chuvas. Indica solos de baixa fertilidade
Capim caninha ou capim colorado (<i>Andropogon incanis</i>)	Solos temporariamente encharcados, periodicamente queimados e com deficiência de fósforo (P)
Capim carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>)	Áreas degradadas, com solos compactados e deficientes em cálcio (Ca). Desaparece com a recuperação do solo
Capim marmelada ou papuã (<i>Brachiaria plantaginea</i>)	Solos degradados, constantemente arados e gradeados, com deficiência de zinco (Zn). Desaparece com o centeio, aveia preta e ervilhaca; diminui com a permanência da própria palhada na superfície; regride com adubação corretiva de P e Ca e reestruturação do solo

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Plantas	O que podem indicar
Capim rabo-de-burro (<i>Andropogon</i> sp.)	Solos abandonados e desgastados, indicam solos ácidos com baixo teor de cálcio (Ca), impermeável entre 60 cm e 120 cm
Capim amoroso ou carrapicho (<i>Cenchrus ciliatus</i>)	Solos degradados e compactados, deficientes em cálcio (Ca)
Caraguatá (<i>Eryggium ciliatum</i>)	Solos ácidos e com húmus frequente em solos onde se praticam queimadas. Desaparece com a calagem e rotação de culturas
Carqueja (<i>Bacharis</i> sp)	Solos pobres, com compactação superficial. Ocorre em solos com drenagem deficiente que retém água na estação chuvosa
Carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthosperum hispidum</i>)	Solos com deficiência de cálcio (Ca)
Cavalinha (<i>Equisetum</i> sp)	Solos com nível de acidez médio a elevado
Chirca (<i>Ruppatorium</i> sp)	Solos ricos em molibdênio (Mo)
Dente-de-leão (<i>Taraxacum officinale</i>)	Solo fértil
Grama seda (<i>Cynodon dactylon</i>)	Solo muito compactado
Guanxuma (<i>Sida</i> sp)	Solo compactado ou superficialmente erodido. Em solos férteis, fica viçosa; em solos pobres, não se desenvolve
Língua-de-vaca (<i>Rumex</i> sp)	Solos compactados e úmidos. Ocorre frequentemente em lavouras mecanizadas e em solos muito expostos ao pisoteio de gado
Maria-mole (<i>Senecio brasiliensis</i>)	Solo adensado (40 cm a 120 cm). Regride com a aplicação de potássio (K) e plantio de espécies subsoladoras (crotalárias, nabo forrageiro)

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Plantas	O que podem indicar
Mio-mio (<i>Baccharis coridifolia</i>)	Ocorre em solos rasos; indica deficiência de molibdênio (Mo)
Nabo (<i>Raphanus raphanistrum</i>)	Deficiência de boro (B) e manganês (Mn)
Picão preto (<i>Galinsoga parviflora</i>)	Solo com excesso de nitrogênio (N) e deficiente em micronutrientes, principalmente cobre (Cu)
Samambaia (<i>Pteridium aquilinum</i>)	Solo com elevado teor de alumínio (Al) e submetidos a queimadas. Sua presença reduz com a calagem
Sapé (<i>Imperata exaltata</i>)	Solos ácidos, adensados e temporariamente encharcados, sem aeração. Ocorre também em solos deficientes em magnésio (Mg)
Tansagem (<i>Plantago maior</i>)	Solos com pouca aeração, compactados ou adensados, frequentemente úmidos
Tiririca (<i>Cyperus rotundus</i>)	Solos ácidos, adensados, anaeróbico, com carência de magnésio (Mg). É incompatível com feijão miúdo, feijão de porco, mucuna preta e palha de cana de açúcar
Urtiga (<i>Urtica urens</i>)	Excesso de nitrogênio (N) e matéria orgânica carência em cobre (Cu)

Fonte: Adaptado de Ricci et al., 2002.

Importância e Efeito da Matéria Orgânica no Solo

Um dos principais indicadores da qualidade dos solos é a matéria orgânica, que é constituída por todos os resíduos vegetais e esterco de animais em diferentes estágios de decomposição. Solos com teores satisfatórios de matéria orgânica são melhores para o cultivo das plantas, em razão das melhores características físicas (aeração, umidade, estrutura, porosidade), químicas (fonte de nutrientes como

nitrogênio, fósforo, enxofre e micronutrientes) e biológicas (população microbiana benéfica) (PAULUS et al., 2000).

A matéria orgânica, notadamente a palhada das culturas e os esterco, é fonte de alimentos e energia, principalmente na forma dos elementos carbono (C) e nitrogênio (N) para a enorme população microbiana existente no solo, responsável pela decomposição e reciclagem de nutrientes e disponibilização destes para as plantas.

Correção do Solo e Aplicação de Fertilizantes Minerais

Principais exigências nutricionais

Nitrogênio (N): é o nutriente mais exigido pela cultura do milho e o que mais influencia a produção final. É absorvido durante todo o período vegetativo, devendo, portanto, estar disponível no solo durante a maior parte do tempo. As fontes de N em sistemas ecológicos são os adubos verdes, esterco líquido ou sólido compostado, preparados à base de urina de vaca, fermentados secos como o Bokashi, entre outros (SENAR, 2002).

Fósforo (P): é o segundo nutriente mais exigido, no entanto um suprimento inadequado resulta em sistema radicular reduzido e menor capacidade de absorção de água e outros nutrientes. A atividade dos microrganismos do solo, sobretudo, dos fungos micorrízicos, e a excreção de determinadas substâncias solubilizadoras por diferentes espécies vegetais são os principais agentes de disponibilização de P para as plantas. Fosfatos naturais, pós de rochas, termofosfatos ou fosfatos parcialmente acidulados são as fontes desse importante elemento recomendadas na agricultura ecológica (SENAR, 2002).

Potássio (K): outro nutriente bastante exigido, o K é necessário para que haja um bom aproveitamento de água pela cultura do milho, sendo importante por conferir resistência à seca e ao acamamento. O K está presente na maioria das plantas espontâneas e nos adubos verdes que, quando incorporados, retornam esse elemento aos solos. Sendo necessária, a complementação pode ser feita através de cinzas, pós de rocha basáltica ou mesmo sulfato de potássio (K_2SO_4), menos solúvel que o cloreto de potássio (KCl), não recomendado em sistemas ecológicos (SENAR, 2002).

Micronutrientes: entre os micronutrientes, o zinco (Zn) é o mais requerido pelo milho. É importante prever o fornecimento e (ou) corrigir as deficiências de Zn e dos outros micronutrientes como ferro (Fe), cobre (Cu) e manganês (Mn), complementando as adubações com fontes desses elementos. Sulfato de zinco ($ZnSO_4$) e o biofertilizante supermagro enriquecido com micronutrientes são recomendados para esse fim (SENAR, 2002).

Calagem

A acidez dos solos afeta o rendimento das plantas pela influência que tem sobre a fertilidade do solo, alterando a disponibilidade de determinados nutrientes. Representa-se a acidez por meio de uma escala de pH, e cada espécie vegetal possui um pH adequado ao seu melhor desenvolvimento, ou seja, um valor adequado de acidez ou alcalinidade.

Solos com valores de pH variando de 3,0 a 5,5 são considerados ácidos; neutros possuem pH entre 5,5 e 6,0; e, acima de pH 7,0, os solos são alcalinos (PAULUS et al., 2000).

A correção da acidez do solo é feita pela calagem, que é a adição de calcário antes do plantio das culturas. A calagem deve se basear em amplo diagnóstico feito a partir da análise química, vegetação indicadora e comportamento de cultivos anteriores e tem por benefícios, segundo Paulus et al. (2000):

- Fornecer cálcio e magnésio para as plantas.
- Aumentar o pH do solo, favorecendo o desenvolvimento das culturas.
- Diminuir os teores de alumínio no solo, impedindo que o mesmo cause toxidez às plantas, prejudicando o crescimento das raízes e a absorção de nutrientes.
- Aumentar a disponibilidade do fósforo no solo e favorecer o aproveitamento do mesmo pelas culturas.
- Aumentar a população de bactérias fixadoras de nitrogênio no solo, facilitando o desenvolvimento das leguminosas.

Havendo necessidade, recomenda-se a aplicação de doses fracionadas de calcário, preferencialmente o dolomítico, que possui cálcio e magnésio, não excedendo a dose de 3 t/ha em solos argilosos. Recomenda-se que o calcário seja aplicado junto da incorporação dos adubos verdes e (ou) das plantas espontâneas (SENAR, 2002), e com antecedência de 3 a 6 meses antes do plantio das lavouras (PAULUS et al., 2000).

Fosfatagem e aplicação de pós de rocha

As rochas fosfatadas, além de fornecer P, contribuem para a correção de parte da acidez do solo e fornecimento de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Entre estas, os fosfatos naturais constituem importante fonte de P, cuja disponibilização ocorre de forma lenta e gradual. Os termofosfatos e os fosfatos naturais parcialmente acidulados disponibilizam o P mais prontamente que os naturais, sendo todos eles fontes de Ca, Mg e micronutrientes também (SENAR, 2002).

Em casos de acidez elevada, recomenda-se a aplicação combinada de calcário e fosfatos naturais, com a aração seguindo-se à distribuição do calcário, com a aplicação do fosfato e gradagem na sequência: calcário-aração-fosfatagem-gradagem (SENAR, 2002).

A aplicação dos pós de rocha deve ser associada ao fornecimento de matéria orgânica, pois, dessa forma, potencializará a ativação dos organismos do solo e a incorporação dos corretivos às camadas mais profundas.

Adubação orgânica

A adubação orgânica é a adição ao solo ou aplicação às culturas de restos de origem animal (esterco e urina de estábulos, pocilgas, aviários, camas de estábulos ou galinheiros, farinha de ossos) ou vegetal (palhas, capins, serragem, restos de culturas e capinas) que podem ser usados na forma líquida ou sólida.

Os adubos orgânicos são fontes de macronutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e micronutrientes como cobre (Cu) e zinco (Zn).

Além dos benefícios nutricionais para as plantas, os adubos orgânicos aumentam os teores de matéria orgânica dos solos, ativando a microbiota destes, promovendo também melhorias na estruturação, aeração, infiltração e retenção de água nos solos.

Estercos

Os esterco são formados pelos excrementos sólidos e líquidos dos animais, misturados ou não com os materiais usados para cama, como palhas e capins. A composição dos esterco é muito variável (Tabela 3), dependendo do animal, da sua idade e alimentação, do tipo de cama utilizado, do manejo e mesmo do clima (KIEHL, 1985; ALMEIDA et al., 1988).

Tabela 3. Composição média de esterco.

Produto	N (kg/t)	P ₂ O ₅ (kg/t)	K ₂ O (kg/t)	Ca (kg/t)	Mg (kg/t)	Equivalente em adubo convencional
Esterco de poedeiras	24,7	47,2	48,4	85,8	6,1	54,8 kg de ureia; 115 kg de superfosfato triplo (SFT); 83 kg de KCl
Esterco de gado (seco)	18,9	31,4	34,2	35,5	5,3	42 kg de ureia; 75 kg de SFT; 59 kg de KCl
Esterco de suínos	25,4	49,3	23,5	-	-	56,5 kg de ureia; 117 kg de SFT; 40,5 kg de KCl
Esterco de equinos	17,9	22,9	28,7	-	-	39,8 kg de ureia; 54,5 kg de SFT; 49,5 kg de KCl
Esterco de ovinos	28,0	16,9	39,8	-	-	62,2 kg de ureia; 40,2 kg de SFT; 68,6 kg de KCl

Fonte: Senar (2003).

Alguns cuidados devem ser tomados na utilização de esterco, recomendando-se a compostagem ou fermentação dos mesmos para que fiquem bem maduros ou curtidos antes de sua utilização. Na produção orgânica certificada, esterco provenientes de propriedades de criação convencional só são permitidos se previamente compostados. Já as camas de aviário podem conter resíduos de hormônios e inseticidas, sendo sua utilização bem restrita (SENAR, 2003).

Compostos

A compostagem é uma prática muito antiga e comum e consiste no amontoar de restos vegetais e animais colocados para fermentar pela ação decompositora de diferentes organismos como bactérias, fungos, actinomicetos e minhocas (produzindo o vermicomposto). Os compostos são considerados um dos melhores adubos orgânicos.

Os compostos são mais comumente feitos em pilhas onde se alternam camadas de esterco de animais (bovinos, geralmente) e palhas das culturas (Figuras 6 e 7, adaptadas de Paulus et al., 2000). Essas pilhas (ou montes, ou ainda leiras) devem ter de 1 m a 2 m de altura e 3 m de largura, com comprimento variável. A proporção recomendada é de 1 parte de esterco para 3 de palha (por exemplo: 1 carrinho de esterco para 3 carrinhos de palha). A pilha deve ser revirada a cada 30 dias para promover a aeração, sendo regada sempre, de modo a manter a umidade entre 50 % - 60 %.

Para determinar a umidade, deve-se pegar um pouco do composto na mão e apertar entre os dedos. Se escorrer água, o composto está

com excesso de umidade e as regas devem ser suspensas até a umidade voltar ao normal. Se não escorrer água entre os dedos e o composto estiver úmido, então a umidade estará correta.

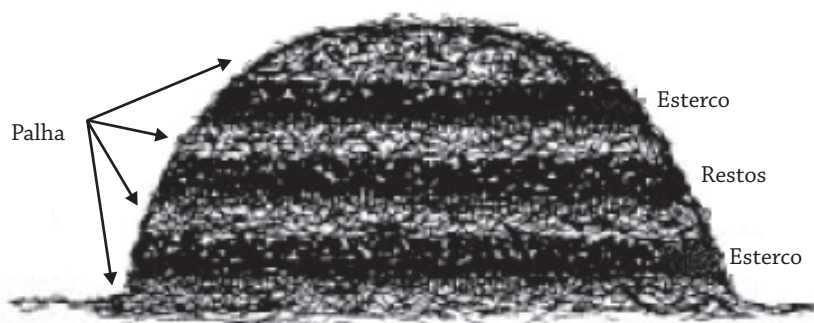


Figura 6. Pilha de composto em arco com camadas alternadas de esterco, restos e palha.

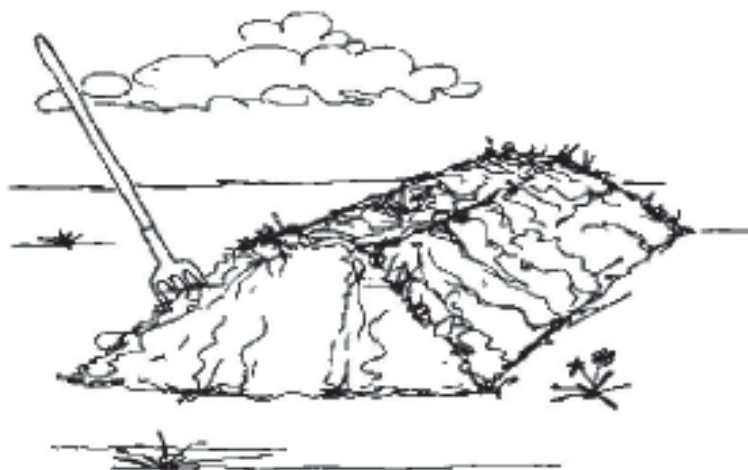


Figura 7. Composto orgânico coberto com palha.

A temperatura do composto não deve ultrapassar 70 °C e, não havendo um termômetro disponível, a verificação pode ser feita com um pedaço de ferro ou bambu colocado até mais ou menos metade da pilha. Após 2 a 3 minutos, retirar. Se o ferro estiver muito quente e não for possível segurá-lo, a temperatura do composto está muito elevada e o material deverá ser revirado.

As pilhas de composto devem ser reviradas a partir da segunda semana após o início da compostagem. A segunda revirada deve ser feita entre 7 e 10 dias após a primeira. A partir daí, as outras reviradas podem ser feitas com frequência de 1 a 2 vezes por mês.

O composto estará curado em 3 a 4 meses (90 a 120 dias) e semicurado num período de 30 a 60 dias (1 a 2 meses).

A adubação orgânica com os compostos vai depender da fertilidade natural dos solos e das exigências da cultura, podendo ser usado tanto no pré-plantio como em cobertura. Quanto mais pobre e degradado o solo estiver, maiores serão as quantidades aplicadas, geralmente a partir de 30 t/ha. Para culturas anuais, como o milho, o composto pode ser aplicado entre 10 e 20 dias antes do plantio, em profundidade de até 15 cm em solos recém-preparados ou em sulcos. Quando a adubação for feita em cobertura, deverá ser aplicada em sulcos distantes de 10 cm a 20 cm acima da linha de plantio.

Anami e Ortega (<http://www.unicamp.br/fea/ortega-consulta> em 1/07/2002) fornecem várias dicas para a confecção de um bom composto, entre elas:

As aparas de grama devem ser misturadas muito bem com outros materiais, pois tendem a se compactar, apodrecer e embolorar. Os restos de cozinha necessitam permanecer no centro do composto ou cobertos por uma fina camada de terra, pois, quando expostos, atraem moscas. Materiais mais duros e grossos, como talos, galhinhos, gravetos etc., precisam ser picados—manual ou mecanicamente.

Para produzir composto em maiores quantidades, pode-se utilizar capim, restos de culturas de milho, cana, restos de horta, cascas de amendoim, cacau, algodão, mamona, serragem, etc.

Os compostos devem conter, sempre que possível, matéria orgânica de origem animal. Estercos frescos de vaca, cavalos, ovelhas, porcos e galinhas podem representar até 1/3 da mistura total, para se ter controlada a relação Carbono/Nitrogênio (C/N), que deve estar em torno de 30:1.

O controle de umidade é muito importante para a correta humificação do composto. É importante que todas as camadas tenham igual umidade, por isso, na operação de revolvimento, devem-se misturar as camadas externas mais secas com a interna. O não aquecimento do composto pode ser sinal de umidade excessiva. E a falta d'água pode interromper o processo, dando a falsa impressão de que o composto está pronto.

Esses mesmos autores recomendam um teste rápido da decomposição, chamado "teste da vara de madeira". Consiste em introduzir uma vara de madeira na pilha do composto, deixando-a permanentemente enterrada e removendo-a somente para as

verificações. Ao retirar a vara, se ela estiver fria e molhada, não está havendo fermentação, provavelmente por excesso de água na massa; estando levemente morna e seca, com traços de filamentos de fungos, a pilha necessita mais água; quente, úmida e manchada de pardo escuro, as condições para compostagem estão corretas; e, por fim, livre de barro preto e com cheiro de mofo, podendo ser introduzida na pilha novamente facilmente, o composto estará pronto para ser usado.

Biofertilizantes

Os biofertilizantes são adubos orgânicos líquidos obtidos a partir da dissolução de material orgânico de origem animal e (ou) vegetal em água e da fermentação ou digestão por microrganismos. A fermentação pode ser aeróbica (com ar) ou anaeróbica (sem ar) em meio líquido, e o sinal da fermentação é o borbulhamento da suspensão. Esse processo resulta em duas fases, uma sólida, que poderá ser usada como adubo no solo, e a líquida, usada como adubo foliar e no controle de pragas e doenças (SENAR, 2003).

Os biofertilizantes são complementos à adubação do solo. Além de fornecer nutrientes para as plantas, são fontes de microrganismos vivos ou substâncias que controlam pragas e doenças e de compostos que promovem o crescimento e a resistência das plantas.

Existem várias receitas de biofertilizantes, desde os naturais, mais simples, formados por água e material orgânico, até os enriquecidos, mais complexos, em que se adicionam minerais e cinzas. Entre estes, a formulação mais conhecida é a do Supermagro. A seguir, são apresentadas três formulações e, para todas elas, alguns cuidados são

importantes. O adubo não deve ser preparado em vasilha de ferro, lata ou madeira. Pode-se usar um tonel (tambor) de plástico limpo. O tonel deve permanecer coberto, mas não totalmente fechado, de modo a possibilitar a saída dos gases provenientes da fermentação. Não permitir entrada de água das chuvas ou sujeiras. A água utilizada deve ser limpa (não devendo usar água tratada) e o esterco deve ser de animais que não tenham recebido tratamento com remédios. O tonel ou tambor deve ser mantido à sombra, pois o calor e sol excessivos podem destruir parte dos nutrientes e as bactérias fermentadoras. Salvo recomendações específicas, deve-se mexer o produto pelo menos a cada 2 dias, desde o início (1º dia) até o final da fermentação.

Biofertilizante adaptado para a cultura do milho a partir da formulação do Sítio Alegria

- 1º dia: dissolver 1 kg de açúcar mascavo, ou 1 kg de rapadura, ou 2 litros de caldo de cana em 2 litros de água. Adicionar 2 litros de leite ou soro. Colocar esses ingredientes no tambor e misturar. Colocar uma peneira cheia de esterco (ou composto ou terra fértil) na abertura do tambor. Com uma mangueira, “lavar” esse esterco com água até aproximadamente 50-60 litros ou 1/3 do volume do tambor.
- 2º dia: trocar o esterco ou composto da peneira, colocar novo esterco e repetir a operação de lavagem da mesma forma que no dia anterior.
- 3º dia: trocar o esterco ou composto da peneira, colocar novo esterco e repetir a operação de lavagem da mesma forma que nos dias anteriores.

O tambor deve ser mantido aberto e em lugar fresco e o biofertilizante deve ser misturado todos os dias para promover a oxigenação. O biofertilizante estará pronto em 7 dias após a última troca do esterco, ou seja, em 10 dias após o início do preparo, devendo ser peneirado antes de usar. A diluição varia de 10% (10 litros do biofertilizante para 90 litros de água) a 30% (30 litros do biofertilizante para 70 litros de água), recomendando-se, na primeira aplicação, a fórmula mais diluída. Deve-se adicionar 100 ml de detergente neutro dentro do pulverizador (20 litros). Aplica-se normalmente quatro vezes o biofertilizante na cultura do milho aos 15, 25, 35 e 45 dias após o plantio.

Adubo líquido ou uréia natural (SENAR, 2003):

Ingredientes: 40 kg de esterco bovino fresco; 3 a 4 litros de leite fresco ou colostro; 10 a 15 litros de caldo de cana ou melaço; 200 litros de água; 4 kg de fosfato natural ou MB4 (opcional).

Modo de preparar: colocar todos os ingredientes em um galão ou caixa de água, misturar bem, deixar fermentar durante 15 dias mexendo uma vez ao dia.

Modo de usar: depois de pronto, dissolver 1 litro de adubo para cada 3 litros de água e aplicar nas plantas e no solo. Essa receita rende um total de 800 litros de adubo líquido, após diluído em água.

Biofertilizante Supermagro (SENAR, 2003):

Ingredientes: 40 litros ou kg de esterco bovino fresco; 18 litros de leite ou soro do leite; 9 litros de caldo de cana ou melaço; 140 litros de água limpa ou pura (sem cloro ou flúor); 3 kg de sulfato de zinco;

300 g de enxofre ventilado (puro); 1 kg de sulfato de magnésio ou sal amargo; 500 g de fosfato bicálcico; 300 g de sulfato de cobre; 2 kg de cloreto ou óxido de cálcio ou 4 kg de calcário; 1,5 kg de bórax ou ácido bórico; 160 g de Cofemol (cobre, ferro, molibdênio); 1,5 kg de fosfato natural de Araxá e 800 g de cinzas.

Roteiro de preparação:

- 1º dia: num tambor de 200 litros, misturar 40 kg de esterco fresco, 2 litros de leite e 1 litro de melão em 60 litros de água. Misturar bem e deixar fermentar durante 3 dias.
- 4º dia: desmanchar em um pouco de água morna o sulfato de zinco, 200 g de fosfato natural e 100 g de cinza, depois fazer uma pasta e acrescentar 2 litros de leite e 1 litro de melão, misturando com os produtos do tambor. Deixar fermentar por mais 3 dias.
- 7º dia: desmanchar em um pouco de água morna o sulfato de magnésio ou sal amargo, 200 g de fosfato natural e 100 g de cinza. Acrescentar 2 litros de leite e 1 litro de melão. Deixar fermentar por mais 3 dias.
- 10º dia: desmanchar em água morna o sulfato bicálcico, 100 g de cinza e 200 g de fosfato natural. Acrescentar 2 litros de leite e 1 litro de melão. Deixar fermentar por mais 3 dias.
- 13º dia: desmanchar em água morna o enxofre e em um pouco de água mais 200 g de fosfato natural e 100 g de cinza. Acrescentar 2 litros de leite e 1 litro de melão. Deixar fermentar por mais 3 dias.

16º dia: desmanchar em um pouco de água morna o cloreto ou óxido de cálcio ou calcário, 200 g de fosfato natural e 100 g de cinza. Acrescentar 2 litros de leite e 1 litro de melão. Deixar fermentar por mais 3 dias.

19º dia: desmanchar o bórax ou ácido bórico, 200 g de fosfato natural e 100 g de cinza. Acrescentar 2 litros de leite e 1 litro de melão. Deixar fermentar por mais 3 dias.

22º dia: desmanchar em um pouco de água o sulfato de cobre, 200 g de fosfato natural e 100 g de cinza. Acrescentar 2 litros de leite e 1 litro de melão. Deixar fermentar por mais 3 dias.

25º dia: desmanchar em água morna o cofermol, 200 g de fosfato natural e 100 g de cinza. Acrescentar 2 litros de leite e 1 litro de melão. Completar o restante do tambor com água, deixando descansar ou fermentar durante 1 mês. Ao constatar que a fermentação finalizou, o biofertilizante estará próximo para o uso. Filtra-se então o produto, podendo-se utilizar tela fina de náilon. Garrafas plásticas podem ser usadas para o armazenamento, havendo relatos de sua conservação por até 1 ano sem perda da viabilidade.

A concentração recomendada para a cultura do milho é 6% (6 litros de produto para 100 litros de água), aplicadas em 3 vezes, sendo uma quando a planta estiver na altura dos joelhos, outra aos 35 dias após o plantio e a terceira antes do pendramento.

Adubação verde

A adubação verde é uma prática milenar e consiste na utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície. Tem por objetivo a proteção superficial do solo e a manutenção e melhoria das suas características físicas, químicas e biológicas, inclusive em profundidades significativas.

Por muito tempo, a adubação verde caracterizou-se pelo uso de plantas da família das leguminosas, devido, basicamente, à quantidade de N fixado simbioticamente por essas plantas. Entre outras características, as leguminosas apresentam boa ramificação e profundidade do sistema radicular, além de ser uma família muito numerosa e adaptada a diversas situações de clima e solo. Atualmente, plantas de outras famílias são também utilizadas como adubos verdes, em cultivo solteiro ou consorciado (COSTA et al, 1992).

A adubação verde desempenha um conjunto de ações integradas que resultam em significativos benefícios a qualquer sistema agrícola, tais como: promove grande aporte de fitomassa para formação de cobertura morta e para manter, ou até mesmo, elevar o teor de matéria orgânica dos solos; aumenta capacidade de retenção de água do solo, atenuando as variações de temperatura, reduzindo a evaporação e aumentando a disponibilidade de água para as culturas; protege o solo contra agentes de erosão e desagregação, como chuvas e ventos, e contra os efeitos da radiação solar; recupera solos degradados, de baixa fertilidade; promove o aporte de nitrogênio através da fixação biológica; mobiliza e recicla nutrientes das camadas subsuperficiais;

realiza o preparo biológico do solo (descompactação, estruturação e aeração); reduz a lixiviação de nutrientes; controla a população de ervas invasoras, pragas e patógenos nas culturas, nematoides fitoparasitas; tem utilização múltipla na unidade agrícola (alimentação animal e humana, produção de madeira e carvão vegetal, entre outros); melhora aproveitamento e a eficiência dos fertilizantes minerais e corretivos; intensifica atividade biológica do solo; promove população de rizóbios, fungos micorrízicos e minhocas, entre outros (COSTA et al., 1992; PAULUS et al., 2000).

Cada espécie de adubo verde apresenta exigências diferentes quanto à fertilidade do solo e ao clima. As plantas mais rústicas irão se desenvolver bem em solos pobres, enquanto as mais exigentes crescerão melhor em solos férteis. A escolha das espécies dos adubos verdes quanto à adaptação das mesmas às condições edafoclimáticas é de fundamental importância para o êxito da implantação da prática da adubação verde.

Algumas características devem ser consideradas na escolha da espécie de adubo verde, entre elas a capacidade de resistência da planta à seca e às geadas; o hábito de crescimento, preferencialmente espécies de rápido crescimento inicial e cobertura eficiente do solo, sistema radicular profundo e bem desenvolvido e elevada produção de massa verde e matéria seca; a capacidade de promover reciclagem de nutrientes como P, K, Ca, Mg e apresentar elevados teores de N; a tolerância a solos de baixa fertilidade e adaptação às condições de solos degradados; pouca suscetibilidade a pragas e doenças por não ser planta hospedeira; elevada produção de sementes e fácil colheita;

não possuir característica invasora; ter o ciclo adaptado à cultura econômica; possibilidade do uso dos resíduos vegetais produzidos para cobertura morta (COSTA et al., 1992).

A cultura do milho, pela sua arquitetura foliar, pode ser consorciada com feijão de porco, caupi, mucuna anã, guandu, labe-labe e mucunas cinza e preta. Entretanto, consórcios são complicados em função da disponibilidade de água e nutrientes, pois pode haver competição entre o milho e os adubos verdes, reduzindo a produção da cultura principal. Algumas experiências atestam que feijão de porco, caupi e mucuna anã podem ser semeados junto com o milho, desde que não haja deficiência hídrica ou de nutrientes. Já o guandu, o labe-labe e as mucunas preta e cinza têm seu plantio recomendado após o florescimento. Trabalhos conduzidos em condições de Cerrado têm demonstrado que a semeadura das mucunas aos 20 dias após o florescimento não acarretam em dificuldades para a colheita do milho, cujo colmo servirá como haste para tutoramento da mucuna em seguida. Sendo deixadas no campo, a biomassa da mucuna e da palhada do milho garantem a cobertura do solo, podendo ser incorporadas antes do plantio da cultura seguinte no próximo ano agrícola.

Os adubos verdes também podem compor sequências de rotações com o milho, sendo plantados nos períodos em que as áreas não estão sendo usados para o plantio da cultura. Nesse caso, constituem alternativa para a cobertura do solo e aporte de nitrogênio, beneficiando o milho, que é exigente nesse elemento no plantio posterior.

Segundo Paulus et al. (2000), o manejo dos adubos verdes pode ser feito de três maneiras:

- Incorporação total das plantas no solo: a massa verde é incorporada ao solo no período da floração, que é a fase de maior atividade metabólica das plantas e consequentemente é quando absorvem as maiores quantidades de nutrientes do solo ou os sintetizam, como é o caso do nitrogênio oriundo da fixação biológica. A incorporação é feita por meio de arado ou grade, mas o revolvimento do solo pode promover a destruição da matéria orgânica e dos agregados do solo, além da fermentação resultante não ser benéfica. Com o corte das plantas e a incorporação ou deposição das mesmas sobre o solo, esses nutrientes retornarão ao solo e estarão disponíveis para o milho plantado em sequência.
- Semi-incorporação ou incorporação parcial das plantas: é o chamado cultivo mínimo, em que sulcos são abertos para o plantio do milho ou outra cultura comercial. No restante da área, o solo das entrelinhas permanece protegido.
- Sem incorporação ao solo: os adubos verdes são manejados por meio de rolo faca ou roçadeira, antecedendo ao plantio da cultura principal.

Proteção das Plantas em Sistemas de Produção Ecológicos: controles culturais e biológicos

Na agricultura, as pragas podem surgir pela modificação do ambiente de modo que as condições se tornam favoráveis para o crescimento explosivo de populações de certos insetos, causando danos às plantas que estão sendo cultivadas. Os monocultivos

constituem uma das formas de alteração do ambiente que restringem enormemente a diversidade de organismos, propiciando o surgimento de pragas. Outras práticas que favorecem a emergência de pragas são a introdução de novos cultivos em regiões onde nunca haviam sido plantados e também a introdução, intencional ou não, de insetos em regiões onde eles não existiam (NICHOLLS et. al., 1999).

Na agricultura ecológica, preconiza-se a busca pelo equilíbrio dos agroecossistemas, que é atingido pela promoção da biodiversidade. O equilíbrio levará os agroecossistemas à autoregulação por intermédio das diferentes interações biológicas, que são potencializadas num sistema de cultivo diverso. A promoção da biodiversidade nesses sistemas diversificados se dá pelas rotações de cultivos, pelos policultivos ou cultivos associados, pelo manejo das plantas espontâneas, pelos cordões de vegetação, pela manutenção da vegetação natural nas proximidades das lavouras, entre outras (Tabela 4), atendendo aos princípios básicos do manejo ecológico de parasitas (AMBROSANO, 1999):

- Todo parasita tem pelo menos um inimigo natural.
- Toda planta suporta um determinado nível de ataque de parasita ou doença.
- Todo agroecossistema pode atingir equilíbrio na natureza.
- Todo controle pode ser seletivo.
- Toda planta com nutrição sadia e equilibrada dificilmente é atacada por parasitas.

Tabela 4. Práticas agroecológicas que incrementam a biodiversidade e o controle biológico em agroecossistemas.

Incremento na diversidade de inimigos naturais	Diminuição da diversidade de espécies de inimigos naturais
Redução na densidade de população de pragas	Incremento na população da espécie-praga
Cultivos em faixas	Plantio convencional
Corredores biológicos	Remoção total de plantas espontâneas
Barreiras quebra-vento	Monocultivos
Policultivos	Fertilização química
Rotações	Pesticidas
Cultivos de cobertura	
Manejo orgânico do solo	
Cultivo mínimo	

Fonte: adaptado de Nicholls et al. (1999).

Por meio das práticas de fomento à diversidade vegetal, promovem-se também alterações na diversidade de habitats que favorecerão a abundância e efetividade dos inimigos naturais ao fornecer a eles plantas hospedeiras ou presas alternativas em momentos de escassez do inseto praga, alimentos como pólen e néctar para parasitoides e refúgios para conclusão dos ciclos de vida dos inimigos naturais; tudo isso resultando na manutenção das populações de pragas em níveis aceitáveis (NICHOLLS et. al., 1999).

Apesar de um bom planejamento das lavouras de milho e da observância dos princípios que regem a agricultura de base ecológica, situações particulares poderão ocorrer, como ataques de lagartas-do cartucho ou lagartas-da-espiga, entre outras.

Assim, como parte do planejamento, recomendam-se os seguintes controles culturais (SENAR, 2002):

- Escolher variedades mais resistentes e adaptadas às condições de solo e clima locais.
- Controlar as épocas de plantio, prevendo melhores condições para os períodos mais críticos da cultura.
- Selecionar as sementes para que tenham boa germinação e vigor, garantindo um bom estabelecimento da lavoura.
- Realizar rotação de culturas e intercalar adubações verdes de modo a garantir que o solo tenha boas condições físicas, químicas e biológicas, além de romper o ciclo de patógenos em desequilíbrio no solo.
- Prever e prover uma nutrição equilibrada e continuada para as plantas.

O controle biológico, por sua vez, pode se dar de forma natural, conforme comentado anteriormente ou por produtos comerciais. Um exemplo desse controle natural é dado pela tesourinha (*Doru lineare*), que se alimenta, tanto na fase larval como na adulta, de ovos da lagarta-do-cartucho (SENAR, 2002). Tem-se observado nos experimentos conduzidos na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, que a população de tesourinha é abundante em plantios de crotalária juncea; assim, faixas de crotalária circundando campos de milho garantem população de tesourinha suficiente para o controle da lagarta-do-cartucho na lavoura próxima.

Entre os produtos comerciais, existem as cartelas de ovos da minúscula vespinha do gênero *Trichogramma* que parasitam os ovos das lagartas-da-espiga. Essas cartelas ou pedaços dela são distribuídos no campo, na axila das folhas do milho. Uma vez nascidas, as vespinhas, que medem cerca de 0,9 mm, passarão a fazer sua postura nos ovos das lagartas-da-espiga, controlando seu ataque (SENAR, 2002). Há ainda uma espécie da bactéria *Bacillus thuringiensis* específica para a lagarta-do-cartucho, o fungo *Metarhizium anisopliae*, que causa doenças em lagartas e larvas de diversos tipos e os percevejos do gênero *Podisus*, que parasitam lagartas de várias espécies (SENAR, 2002).

Entre alternativas de controle imediato feitas a partir de plantas ou produtos de fácil disponibilidade, são usadas na cultura do milho como o macerado de fumo, a solução de água e sabão, extrato de pimentas, preparados a base de alho, bórax, entre outros, listadas em Abreu Júnior (1998) e Senar (2003), que reproduzimos a seguir.

- Macerado de fumo: lagartas diversas, pulgões e cochonilhas
Picar 10 cm de fumo em corda. Colocar 1 litro de água e deixar curtir durante 2 dias. Diluir a solução (1 litro para 10 litros de água) e pulverizar as plantas.
- Solução de água e sabão: lagartas diversas, pulgões e cochonilhas
Colocar 50 gramas de sabão caseiro em 5 litros de água quente. Após esfriar, aplicar com pulverizador.
- Extrato de pimenta: repelente de insetos em geral
Bater no liquidificador 3 pimentas vermelhas, 1 litro de água e 1 colher de sabão em pó. Pulverizar as plantas.

- **Farinha de osso, casca de ovo, carvão vegetal: formigas**
Fazer farinha com ossos, ou com carvão vegetal ou com cascas de ovos. Construir barreiras com a farinha em volta dos plantios.
- **Alho: lagarta do cartucho, entre outras.**
100 g de alho, 0,5 litro de água, 10 g de sabão de coco, 2 colheres de café de óleo mineral. Os dentes de alho devem ser finamente moídos e deixados em repouso por 24 horas em 2 colheres de óleo mineral. À parte, dissolver 10 g de sabão em 0,5 litro de água. Misturar todos os ingredientes e filtrar. Antes de usar o preparado, diluir o mesmo em 10 litros de água.
- **Alho e pimenta: lagarta-do-cartucho, entre outras.**
1 pedaço de sabão de coco (aproximadamente 50 g, do tamanho de um dedo polegar), 4 litros de água quente, 2 cabeças de alho finamente picadas e 4 colheres pequenas de pimenta vermelha picada. Dissolver o pedaço de sabão nos 4 litros de água, juntar o alho picado e as 4 colheres de pimenta vermelha. Coar em pano fino e aplicar.
- **Árvore do paraíso, Santa Bárbara, sinamomo do sul (*Melia azedarach*): lagarta-do-cartucho, lagarta-do-milho, repelente de insetos em geral.**
150 g de folhas frescas ou 50 g de folhas ou frutos secos (obtidas de mudas em viveiro ou árvores ao longo de estradas), 1 litro de água ou álcool. Deixar em repouso a mistura e água ou álcool com as folhas ou frutos da árvore do paraíso por 24 horas. Diluir uma parte deste concentrado para 10 a 20 partes de água e pulverizar. Cuidados devem ser tomados, pois esse preparado pode ser tóxico a mamíferos por via oral.

- *Bacillus thuringiensis* (Bt): lagartas
Esse produto contendo a bactéria Bt é utilizado para o controle de lagartas de lepidópteros. Recomenda-se aplicar entre 250-500g/ha do produto comercial (Dipel, Bactur).
- Bórax: lagarta-do-cartucho
A adubação anual do milho com 3 a 8 kg/ha de bórax fortalece as plantas contra o ataque da lagarta-do-cartucho.
- Eucalipto (*Eucalyptus citriodora*): gorgulho e traças de grãos armazenados de milho e outros cereais.
Colher as folhas de eucalipto citriodora, evitando as muito velhas e as muito novas. Colocar de 10 a 20 folhas de eucalipto para cada quilo de grão nos recipientes e locais onde se armazenam os grãos. Em sacos, colocar 3 camadas de folhas dentro dos sacos e uma camada entre os sacos.
- Gergelim: controle de formigas, especialmente as saúvas.
Plantar o gergelim fazendo uma barreira ao redor das culturas. Deve ser plantado antes da cultura e permanecer durante todo o ciclo da mesma.

Considerações Finais

O manejo da diversidade genética de milho em sistemas agroecológicos abre uma nova perspectiva para o desenvolvimento dessa cultura em bases sustentáveis. Este livro busca atender diferentes segmentos da sociedade com ênfase aos agricultores familiares e aos assentados da reforma agrária, com uma linguagem técnica bastante acessível e muito prática. Diferentes conceitos são abordados, buscando elucidar dúvidas relacionadas com a cultura do milho. Histórico da cultura, aspectos morfológicos e diferentes usos foram abordados para que o leitor possa ter uma maior visão das diferentes possibilidades da espécie milho. A publicação traz subsídios que possibilitam trabalhar com pesquisa a partir de ações participativas. Com isso, busca-se um novo direcionamento comunitário nas ações que envolvem produção de alimentos e conservação dos recursos naturais integrados ao enfoque da segurança e soberania alimentar. Essa forma de abordagem pode representar um novo paradigma para a pesquisa científica, que tem como objetivo a sustentabilidade dos ecossistemas que se encontram em riscos sociais, ambientais e da sua biodiversidade.

Finalmente, entendemos que o manejo da diversidade genética do milho e a agroecologia podem desempenhar um papel fundamental para o desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira, colaborando para um desenvolvimento equilibrado e socialmente justo.

Referências

ABREU JÚNIOR, H. Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura: coletânea de receitas. Campinas: Emopi Editora, 1998. 115 p.

ALMEIDA, D. L.; SANTOS, G. A.; DE-POLLI, H.; CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; SOBRINHO, N. M. B. A.; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A.; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Itaguaí: Ed. Universidade Rural, 1988. 179 p.

AMBROSANO, E. Agricultura Ecológica. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1999. 698 p.

BRIEGER, F. G.; GURGEL, J. T. A.; PATERNIANI, E.; BLUMENSCHHEIN, A.; ALLEONI, M. R. Races of maize in Brazil and other Eastern South America Countries. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1958.

COSTA, M. B. B. (Coord). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 346 p.

FRANKEL, O. H. Variation; the essence of life. Proceeding of the Linnean Society, New South Wales, v. 95, p. 158-169, 1971.

FRANKEL, O. H.; BROWN, A. H. D. Plant genetic resources today: a critical appraisal. In: HOLDEN, J. H. W.; WILLIAMS, J. T. (Ed.). Conservation and evaluation. London: George Allen & Unwin, 1984. p. 249-257.

HARDON, J. J.; BOEF, W. S. Linking farmers and plant breeders in local crop development. In: BOEF, W. S. de; AMANOR, K.; WELLARD, K.; BEBBINGTON, A. (Ed.). Cultivating knowledge. Genetic diversity, farmers experimentation and crop research. London: Intermediate technology Publications, 1993. p. 64-71.

KIEHL, E. J. Fertilizantes Orgânicos. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

MACHADO, A. T.; MAGNAVACA, R. **Estresse ambiental**: o milho em perspectiva. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1991. 47 p.

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, 1998. p. 82-92.

MACHADO, A. T. Transgênicos. In: PEIXOTO, A. M.; SOUSA, J. I.; TOLEDO, F. F.; REICHARDT, K.; MOLINA FILHO, J. (Coord.). **Enciclopédia Agrícola Brasileira**. São Paulo: Edusp: FAPESP, 2006. v. 6, p. 411. Inclui verbetes da letra S a Z.

MACHADO, A. T.; NUNES, J. A.; MACHADO, C. T. T.; NASS, L. L.; BETTERO, F. C. R. Mejoramiento participativo en mays: su contribución en el empoderamiento comunitario en el municipio de Muqui, Brasil. **Agronomia Mesoamericana**, v. 17, n. 3, p. 393-405, 2006.

MACHADO, A. T. Manejo dos recursos vegetais em comunidades agrícolas: enfoque sobre segurança alimentar e agrobiodiversidade. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 717-744.

MACHADO, A. T.; SANTILLI, J.; MAGALHÃES, R. **Manejo da agrobiodiversidade com enfoque agroecológico e suas implicações conceituais e jurídicas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa de Secretaria de Gestão e Estratégia, 2008. 98 p. (Embrapa-Secretaria de Gestão e Estratégia. Texto para discussão, 34).

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. V. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 275-340.

MIRANDA FILHO, J. B.; NASS, L. L. Hibridação no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; INGLIS, M. C. V. **Plantas**. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2001. p. 603-627.

NASS, L. L.; PATERNIANI, E. Importância das coleções de milho e perspectivas de coleta. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p. 633-661, 2005.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; SÁNCHEZ, E. J. **Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable**. Barcelona: Asociación Vida Sana; Valencia: Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 1999. 86 p.

NUÑEZ, M. A. **Manual de técnicas agroecológicas**. Mexico: PNUMA, 2000. 96 p.

PATERNIANI, E.; GOODMAN, M. M. **Races of maize in Brazil and adjacent áreas**. Mexico: CIMMYT, 1997. 95 p.

PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento de milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Potafos: Piracicaba, 1993. p. 23.

PAULUS, G.; MÜLLER, A. M.; BARCELLOS, L. A. R. **Agroecologia aplicada**: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica. Porto Alegre: Emater/RS, 2000. 86 p.

RICCI, M. S. F.; ARAÚJO, M. C. F.; FRANCH, C. M. C. **Cultivo orgânico do café:** recomendações técnicas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

SENAR. **Trabalhador na agricultura orgânica: cultivo do milho, nível básico.** Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Administração Regional do Paraná - Curitiba: SENAR - PR, 2002. 56p

SENAR. **Trabalhador na agricultura orgânica:** informações básicas. Curitiba: SENAR, 2003. 56 p.

STHAPIT, B.; SUBEDI, A.; GAUTAM, R. Ferramentas práticas que estimulam o manejo comunitário de sementes. In: BOEF, W. S. de; THIJSSEN, M. H.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. (Org.). **Biodiversidade e agricultores:** fortalecendo o manejo comunitário. Porto Alegre: L&PM, 2007. p. 136-153.

TOLEDO, F. F. Tecnologia de sementes. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 717-764, 1987.

THURSTON, H. D.; SALICK, J.; SMITH, M. E.; TRUTMANN, P.; PHAM, J. L.; McDOWELL, R. Tradicional management of agrobiodiversity. In: WOOD, D.; LENNÉ, J. M. (Ed.). **Agrobiodiversity: characterization, utilization and management.** Wallingford: CABI Publishing, 1999. p. 211-245, 1999.

WELLHAUSEN, E. J.; ROBERTS, L. M.; HERNANDEZ, E. X.; MANGELSDORF, P. C. **Races of maize in México.** Cambridge: Harvard University Press, 1952. 223 p.