

4 – MELHORAMENTO DO MILHO

Elto Eugenio Gomes e Gama*
José Roberto Môro*
Ricardo Magnavaca*
Ronaldo Torres Viana*
Valdemar Naspolini Filho*

4.1 – NECESSIDADES ATUAIS DA CULTURA DO MILHO – FATORES DESEJÁVEIS QUE PODEM SER RESOLVIDOS PELO MELHORAMENTO GENÉTICO

Vários estudos têm mostrado que existe variabilidade genética para os caracteres desejáveis entre e dentro dos germoplasmas de milho existentes. Assim, em termos gerais, podemos considerar os seguintes caracteres mais importantes para um bom desempenho de uma cultivar:

4.1.1 – Produção de Grãos

A produtividade média (peso de grãos) de milho nos Estados da Federação encontra-se na faixa de 800 - 2.600 kg/ha. Nos Estados do Centro-Sul esta média é mais elevada que nos do Nordeste e Norte. Entretanto, alguns produtores que se utilizam de tecnologia mais avançada conseguem obter médias de 5.000 - 6.000 kg/ha de grãos de milho.

O fenótipo de uma planta é a expressão do genótipo mais o ambiente. Assim, o fenótipo produção é o resultado da capacidade genética da cultivar de produzir grãos acrescida de fatores ambientais tais como: solo, adubação, água, luz, temperatura etc., que influenciam na produtividade de uma cultivar. Outro fator que também influencia a produção é a interação genótipo x ambiente. Neste caso, o fenótipo apresenta um valor muito maior ou menor do que o esperado em função do ambiente e do genótipo da planta.

A capacidade genética de uma cultivar, em produzir mais grãos por hectare, é uma característica que pode ser melhorada por seleção. Assim, se praticarmos o melhoramento genético nas populações de milho disponíveis, poderemos obter melhores cultivares e com maior potencial de produção. Entretanto, é válido mencionar que a produção de grãos é o resultado final do ciclo da planta, sendo função de várias outras características que podem ser otimizadas através do melhoramento genético.

4.1.2 – Altura da Planta e Espiga

Nas cultivares melhoradas, em geral, a inserção da espiga se dá na região mediana do colmo, devido à correlação positiva existente entre as alturas de planta e de espiga.

A maioria das cultivares comerciais existentes são de porte médio a alto e, conseqüentemente, mais susceptíveis ao acamamento e quebramento. As cultivares de porte baixo caracterizam-se por apresentarem maior resistência ao acamamento (raiz e colmo) e quebramento do colmo, melhor adaptação à mecanização do plantio a colheita e tolerância a altas densidades de plantas.

Existem várias maneiras de reduzir geneticamente o porte das plantas:

*Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

1. Introdução de genes maiores nas populações existentes, como gene braquítico-2, que é o mais comumente utilizado.

2. Seleção para baixar o porte das plantas a partir de populações altas.

3. Introdução de poligenes para porte baixo, pois a altura da planta é um caráter quantitativo.

O gene braquítico-2 (br_2), quando introduzido em plantas de porte alto, reduz a altura da planta pelo encurtamento dos internódios, mantendo, entretanto, o mesmo número de folhas e sem causar redução na produção de grãos. A variedade CMS 19, por exemplo, tem o gene br_2 .

A seleção para porte baixo, a partir de populações de porte alto, pode dar bons resultados. Entretanto, é preciso levar em conta a correlação positiva entre produção e altura da planta. Alguns dados existentes na literatura mostram ser possível chegar a bons resultados, havendo, inclusive, acréscimo na produção.

A forma mais rápida, usando genes quantitativos (poligenes), é cruzar uma população de porte baixo (não braquítica) com a população alta e fazer a seleção. Desta forma estamos aumentando a variabilidade para o caráter, o que facilita o processo de melhoramento genético.

4.1.3 – Ciclo: Florescimento e Maturação Fisiológica

Devido à amplitude de nosso território e certas particularidades de algumas de nossas regiões, é necessário adequar, de forma eficiente, o ciclo vegetativo de nossas cultivares a essas condições. Em alguns casos, quanto mais rápido a planta completar o ciclo, melhor, como ocorre em certas áreas do Nordeste, devido à falta de água. Em outras situações, pode ser necessário um ciclo curto de 100 - 110 dias, para permitir sucessões com outras culturas.

É possível selecionar, geneticamente, para aumentar ou diminuir o número de dias até o florescimento e/ou até a maturação fisiológica. Há algumas populações que florescem com 45 dias e que podem ser colhidas com 80 dias. Hoje se dispõe, no Brasil, de cultivares com ciclo até o florescimento variando de 55 a 75 dias.

4.1.4 – Prolificidade

Uma planta é considerada prolífica quando produz, em competição, mais de uma espiga por colmo. Sabe-se que a maior limitação, para alta produção de grãos em alta densidade, é a presença de planta sem espigas.

As cultivares de plantas prolíficas apresentam as vantagens de maior estabilidade de produção em alta densidade de plantio e adaptação às variações dos fatores ambientais. A prolificidade está positivamente correlacionada com a produção, e um maior número de espigas, mesmo de menor tamanho, acarretará, certamente, um aumento significativo na produção de grãos por hectare.

4.1.5 – Volume do Pendão

Quanto menor o pendão melhor para a planta de milho, visto que existe uma alta competição, por produtos metabolizados, entre a espiga e os órgãos desenvolvidos na parte superior da planta.

4.1.6 – Resistência ao Acamamento

Este é um dos graves problemas nas lavouras de milho do Brasil. É um fator muito importante, principalmente, no que se refere à colheita mecânica.

As principais causas do acamamento e quebramento do colmo são: ventos fortes, doenças do colmo, insetos que atacam o colmo e a raiz e o aumento na densidade de plantas.

Existe variabilidade genética, em nossas variedades, que permite a seleção de um tipo de colmo mais resistente e com um melhor enraizamento.

4.1.7 – Tolerância (resistência) às Principais Doenças e Pragas

Os danos que os agentes patogênicos e os insetos causam à lavoura de milho, quer sejam nas plantas ou nos grãos, se refletem diretamente sobre o resultado final do produto. Assim, as pragas que atacam o milho podem provocar uma redução na produtividade da ordem de 30%, no campo, e as perdas no armazenamento situam-se em torno de 20%. E também as doenças, dependendo tanto da frequência com que ocorrem como do tipo de dano causado, podem causar a perda total da produção.

Os mecanismos de resistência a doenças são em geral bastante conhecidos. Os mecanismos sobre a resistência a pragas têm sido menos estudados e, em geral, acarretam situação mais complexa.

Há dois tipos de resistência a doenças: 1) quando se usa um ou dois genes que condicionam a resistência a uma determinada raça do patógeno (resistência vertical); (2) quando se usam genes quantitativos, através de seleção contínua, o que confere resistência a todas as raças de uma espécie de patógeno (resistência horizontal).

4.1.8 – Utilização de Nutrientes

A diferença entre cultivares de boa e média produtividade, entre outros fatores, pode ser medida em termos de capacidade de utilização de nutrientes disponíveis, no solo, às plantas. Assim, o ideal seria a utilização de uma cultivar que proporcionasse um maior retorno econômico, num menor nível de adubação possível.

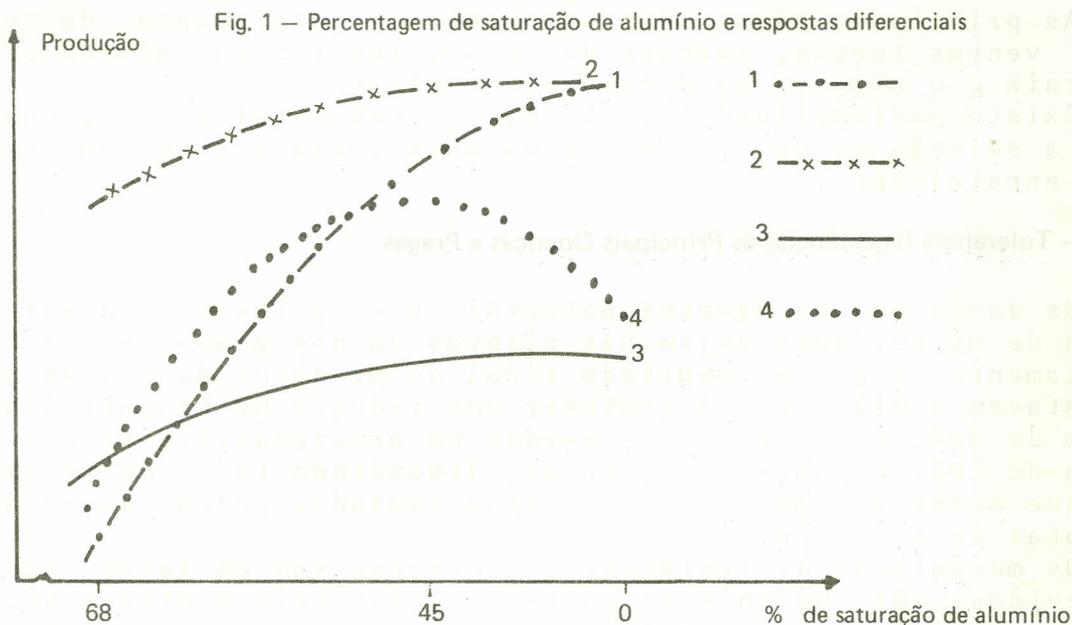
4.1.9 – Adaptação a Solos com Elevada Acidez

Os solos de cerrado se caracterizam, basicamente, por alta saturação de alumínio, baixa C.T.C. (capacidade de troca de cátions), baixa disponibilidade de fósforo e baixa capacidade de retenção de água. Assim, além da falta de elementos químicos, ocorrendo um veranico, a planta de milho pode sofrer por deficiência hídrica.

Trabalhos preliminares, realizados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, evidenciaram a existência de variabilidade genética para adaptação a estas condições, sendo, portanto, possível selecionar plantas para solos de cerrado.

As evidências disponíveis, até o momento, mostram que o tipo de planta mais adaptado para condições de cerrado é aquele que apresenta sistema radicular mais profundo e raízes mais finas. As plantas devem ter um ciclo tal que não sofram com o veranico, que ocorre geralmente em meados de janeiro, na região de Sete Lagoas, MG.

Quando se avaliam genótipos à porcentagem de saturação de alumínio de 68%, 45% e 0%, notam-se as respostas diferenciais ilustradas na Figura 1.



O tipo de resposta nº 1 caracteriza genótipos não adaptados à condição de elevada acidez. Eles exigem a correção do solo e disponibilidade de nutrientes para produzir.

Os tipos de respostas nºs 2 e 3 caracterizam genótipos com bastante tolerância às características do solo. Feita uma pequena correção do solo, eles já atingem, praticamente, o seu teto de produção. A única diferença reside nos níveis de produtividade alcançados.

O tipo de resposta nº 4 também caracteriza genótipos não adaptados às condições de cerrado. A partir de um grau médio de correção, a sua adaptação passa a decrescer, provavelmente em virtude da maior sensibilidade à deficiência de micronutrientes.

Assim, considerando a variabilidade genética existente, é possível adaptar populações de milho às condições de cerrado. Entretanto, é necessário a melhoria de técnicas de seleção para melhores resultados.

4.1.10 — Outras situações

Além dos aspectos já abordados, que podem ser resolvidos através do melhoramento genético, há uma série de situações e de problemas, enumerados a seguir:

4.1.10.1 — Melhoramento de Tipos de Milho Especiais para a Indústria

Uma série de genes mutantes, introduzidos em variedades e híbridos, aumentou grandemente a eficiência das indústrias de transformação de milho, através de alterações na quantidade e qualidade do teor de óleo e de amido, por exemplo. O milho pode ser melhorado para atender às necessidades específicas de requerimento nutricionais dos homens ou dos animais, como é o caso de milho opaco, com melhor qualidade de proteína. No caso humano, se situam ainda as cultivares de milho doce e de milho pipoca.

4.1.10.2 — Respostas a Níveis de Adubação e Densidade Populacional

Através de esquemas de avaliação adequados, podem ser obtidos genótipos adaptados à alta densidade populacional. Um exemplo disso seria usar, a cada ciclo, uma densidade de plantas um pouco mais elevada. Havendo variabilidade genética disponível, no final de alguns ciclos pode-se chegar a um genótipo com uma produtividade maior e que não tenha problemas de competição entre plantas, numa densidade mais elevada.

Da mesma maneira, pode-se adequar esquemas de seleção para a obtenção de cultivares mais eficientes na utilização de nutrientes. A eficiência, aqui considerada, refere-se a cultivares que acumulem mais matéria seca na forma de grãos por unidade de nutriente aplicada.

Estes esquemas de melhoramento visam a atender situações específicas, mas podem fazer parte da rotina de seleção, pelo menos em alguns passos do programa. Esse tipo de ação evita, por exemplo, que, após o melhorista ter produzido um híbrido, haja necessidade de que sejam feitos experimentos para saber a população de plantas mais adequadas e o tipo de resposta a níveis de adubação, por exemplo. Nesse estágio, então, as informações obtidas são fixas, pois o híbrido já está pronto, sendo difícil alterá-lo geneticamente.

4.2 – OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS E DE VARIEDADES DE MILHO

O aumento da produtividade do milho tem sido conseguido por etapas, tendo se iniciado com métodos empíricos de seleção e tratamentos culturais usados pelos indígenas, até chegar aos métodos atuais.

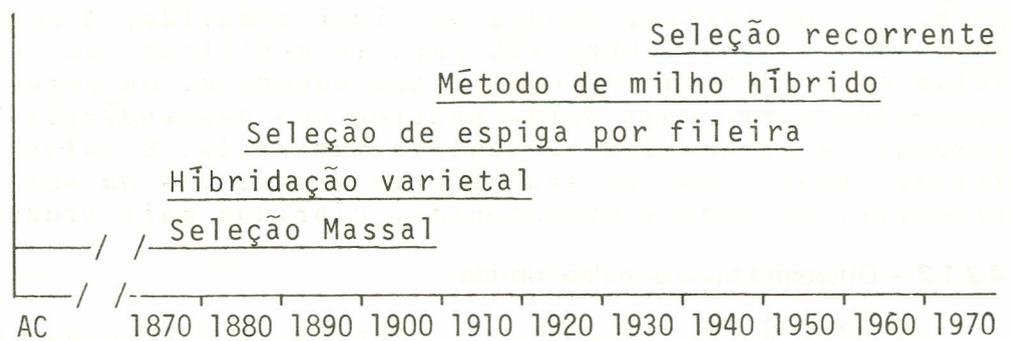
Não há dúvida de que os índios conseguiram progressos consideráveis no melhoramento do milho através de simples seleção visual das espigas. Embora este método seja de ganhos muito lentos por ciclo, a sua prática contínua produziu melhoramentos significativos; existindo inúmeras evidências, indicando que esta seleção foi praticada pelos nossos ancestrais mais remotos.

De um modo geral, os antigos agricultores já encontraram o milho bastante evoluído e também contribuíram para o seu melhoramento, usando seleção massal.

O desenvolvimento do milho híbrido e sua evolução, simultaneamente com novas e adequadas práticas culturais, contribuíram significativamente para o aumento da produtividade da cultura.

O melhoramento genético do milho trata do desenvolvimento de cultivares que possuam maior número de caracteres agronômicos desejáveis, sendo capazes de, direta ou indiretamente, proporcionar ao homem melhores condições alimentares. Este melhoramento resulta de um trabalho multidisciplinar de equipe e tem sido possível pela aplicação dos vários métodos de seleção, conforme a cronologia vista na Figura 2:

FIGURA 2. Cronologia dos mais difundidos métodos de melhoramento de milho.



4.2.1 – Obtenção do Milho Híbrido

Obtém-se o milho híbrido partindo-se de linhagens puras, as quais são cruzadas entre si, dando como resultado a semente híbrida, que é utilizada nos plantios comerciais.

O milho híbrido, como ocorre com todos os híbridos de uma maneira geral, só tem alto vigor e produtividade na primeira geração, sendo, portanto, necessária a obtenção da semente híbrida, todos os anos.

No reino animal, o exemplo de híbrido mais conhecido é o burro, que reúne as boas qualidades dos genitores e que não se reproduz. Por seu lado, o milho híbrido, quando colhido no campo do agricultor, não é estéril, mas não deve ser reproduzido, porque resulta num produto inferior.

De um modo geral, podemos afirmar que em nossa agricultura tradicional ainda é praticado o costume de se guardar sementes de um campo de produção de um ano para o plantio no ano seguinte. Esta prática pode ser utilizada sem muito prejuízo para o agricultor, quando o mesmo utiliza sementes de variedades, por um tempo máximo de 4-5 anos. Entretanto, se o agricultor utiliza sementes híbridas, não é aconselhável o plantio das sementes obtidas de seu próprio campo (geração F_2). A superioridade dos híbridos, em relação às variedades de milho, imprime no agricultor uma atenção para utilização das sementes colhidas do campo de milho híbrido, ou, em alguns casos, a boa aparência das plantas oriundas de sementes de geração avançada de híbridos (ex. geração F_2) mascara o efeito da quebra já ocorrida na produção.

NEAL (1935), em trabalhos realizados nos Estados Unidos testou e demonstrou a ocorrência de decréscimo na produção de grãos, quando se utilizou de sementes de gerações avançadas de milho híbrido. Assim, as produções de geração F_2 , em relação as da F_1 (sementes adquiridas no comércio), sofreram reduções em média de 29.5%, 23.4% e 15.8% para híbridos simples, triplos e duplos, respectivamente.

Portanto, conclui-se que se o produtor utilizar sementes colhidas no próprio campo, terá uma redução, em torno de 15 a 20% na produção, considerando-se que a maioria dos híbridos comercializados são híbridos duplos.

4.2.1.1 – Fases para a obtenção do milho híbrido:

- a) obtenção de grande número de linhagens;
- b) avaliação das linhagens em cruzamento;
- c) avaliação do milho híbrido a partir das melhores combinações entre um grupo de linhagens.

A autofecundação produz descendentes fracos e pouco produtivos. De fato, como ocorre com os animais, em geral, e com muitas plantas, a consangüinidade conduz à perda de vigor; e a autofecundação corresponde à forma mais acentuada de consangüinidade ou endogamia. Entretanto, é por este processo que se obtém linhagens puras e uniformes, embora de vigor reduzido. A seguir as linhagens são cruzadas entre si, para se verificar se entre algumas delas se evidencia uma combinação superior, ou seja, se o híbrido produzido entre duas delas mostrou uma descendência bem mais vigorosa e produtiva que outros materiais. O valor das linhagens reside, assim, não no seu próprio vigor, mas na sua capacidade de produzir, em certos cruzamentos, híbridos mais produtivos.

4.2.1.2 – Diferentes tipos de milho híbrido:

- a) híbrido de *top-cross* - Linhagem x Variedade. É o híbrido resultante do cruzamento entre uma linhagem pura e uma variedade de ampla base genética. Não tem sido utilizado comercialmente no Brasil; seu emprego tem sido restrito para testes de capacidade de combinação de linhagens;
- b) híbrido simples - Linhagem A x Linhagem B - É um híbrido derivado do cruzamento entre duas linhagens puras ou endogâmicas.

4.3.2.1 — Cultivares Tardias de Porte Alto

Atualmente existem, disponíveis no comércio, sementes destas cultivares que se caracterizam por apresentarem altura de plantas variando de 2,80 a 3,50 metros, e florescimento masculino dos 75 a 85 dias após germinação.

São indicadas para aquelas regiões onde os problemas de acamamento, ocasionados por ventos fortes que ocorrem em determinadas épocas do ano, não são relevantes e a utilização de plantios menos densos é usual (abaixo de 50 mil plantas por hectare).

4.3.2.2 — Cultivares Precoces de Porte Baixo

São cultivares que apresentam altura de plantas variando de 2,00 a 2,80 metros, e florescimento masculino dos 60 a 70 dias após a germinação.

Devido à grande diversidade ecológica do Brasil, com uma gama enorme de regiões distintas, principalmente aquelas em que a distribuição pluviométrica é fator limitante para a cultura, a utilização de cultivares de ciclo mais curto pode ser uma boa alternativa, além de facilitar sucessão com outras culturas.

São indicadas, também, para aquelas regiões onde é intensivo o uso de mecanização, ou para plantios mais densos (de 65 a 70 mil plantas por hectare) com menor risco de acamamento, devido ao seu porte mais reduzido e melhor arquitetura.

4.3.2.3 — Cultivares Tardias Braquíticas (Porte Baixo)

São cultivares que apresentam altura de plantas variando de 2,00 a 2,80 metros, com florescimento masculino dos 75 a 85 dias após a germinação.

Devido ao seu porte reduzido, vigor e espessura dos colmos são indicadas, principalmente, para regiões com sérios problemas de acamamento, ocasionados por ventos fortes.

4.3.3 — Recomendações de cultivares para o Brasil

Apesar do menor potencial genético de produção em relação aos híbridos, é importante que existam, disponíveis no mercado, variedades melhoradas de milho que atendam uma parte dos agricultores, os quais, por tradicionalismo ou outras causas, não usam sementes híbridas. Se este agricultor não dispuser de boas variedades (variedades melhoradas) e plantar variedades nativas ou locais estará contribuindo, certamente, para reduzir a média de produtividade brasileira, além de correr maior risco de sofrer prejuízos.

O Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da Embrapa coordena os Ensaios Nacionais de Milho, cujo objetivo básico é testar as diversas cultivares de milho geradas nas instituições de pesquisa do País. Estes ensaios possibilitam, também, a indicação de cultivares para plantio, principalmente nas regiões onde ainda não existe um ensaio regional próprio.

Atualmente, são realizados três tipos de Ensaios Nacionais: Milho Normal, Milho Precoce e Milho Planta Baixa.

Ensaio Nacional de Milho Normal (Porte Alto, Tardio)

O Ensaio Nacional de Milho Normal (porte alto e tardio) é conduzido nas seguintes regiões:

a) Região Sul - Compreende os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (sul do Estado).

b) Região Centro - Compreende os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná (norte) e o Distrito Federal.

De um modo geral, é o tipo de híbrido mais produtivo, apresentando grande uniformidade para caracteres como: florescimento, alturas de espigas e de plantas e cor dos grãos. A semente do híbrido simples é produzida com base na linhagem (fêmea) que, de um modo geral, produziu muito pouco (1.000 a 2.000 kg/ha), o que eleva bastante o seu custo de produção. Ex: AG 7811;

c) híbrido triplo - (Linhagem A x Linhagem B) x (Linhagem C) - É o híbrido resultante do cruzamento entre um híbrido simples e uma linhagem. Ex: SAVE 342;

d) híbrido duplo - (Linhagem A x Linhagem B) x (Linhagem C x Linhagem D) - É a forma de híbrido de milho mais utilizada comercialmente no Brasil, resultante do cruzamento entre dois híbridos simples. Ex: Cargill 511;

e) híbrido intervarietal - (Variedade A x Variedade B) - É o híbrido resultante do cruzamento entre duas variedades, podendo pois utilizar o vigor de híbrido existente no cruzamento entre duas variedades, dispensando, portanto, a obtenção de linhagens. Ex: IAC-1 x Maya → Phoenyx.

4.2.2 – Obtenção de variedades de milho

Além do milho híbrido, os programas oficiais de melhoramento de milho objetivam também a obtenção de variedades melhoradas, que são distribuídas aos agricultores para plantios comerciais e são também utilizadas como fontes de linhagens.

Obtêm-se variedades melhoradas através do melhoramento de populações de milho, seguindo-se, para tanto, diferentes métodos, tais como:

- a) seleção massal;
- b) seleção massal estratificada;
- c) seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos (espiga por fileira modificado);
- d) seleção entre e dentro de famílias de irmãos germanos;
- e) seleção de progênies S_1 ;
- f) seleção recorrente recíproca.
- g) etc.

4.3 – CULTIVARES DE MILHO PARA O BRASIL

Aumentos substanciais no rendimento e, conseqüentemente, na produção podem ser obtidos com o uso de técnicas já conhecidas, mas pouco adotadas pelos agricultores. Entre elas, a utilização de cultivares mais produtivas e adaptadas às condições de cada região consiste em uma tecnologia simples e essencial para melhorar o rendimento da cultura, principalmente por ser uma medida que não implica em aumento substancial de capital investido.

4.3.1 – Caracterização de cultivares

Atualmente, no Brasil, são utilizados dois tipos de cultivares: as variedades e os híbridos. As variedades melhoradas possibilitam fornecer aos agricultores sementes de custo mais baixo e são mais produtivas que as variedades tradicionais ou locais. As variedades podem apresentar uma maior estabilidade de produção, porém são inferiores aos híbridos em rendimento e uniformidade. Variedades são utilizadas com sucesso, principalmente, em regiões onde a utilização de híbridos não tem sido possível. Exemplos de variedades: Maya, Centralmex, BR 105, BR 126, BR 108 etc.

4.3.2 – Cultivares e suas aplicações

Diferentes tipos de cultivares existentes podem ser utilizadas, de acordo com o objetivo de cada exploração.

c) Região Litoral/Leste/Nordeste/Norte - Compreende os Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Amazonas e Pará.

A seguir são apresentadas algumas das melhores cultivares comerciais de milho normal, baseando-se na média do peso de espigas (kg/ha), dos ensaios dos anos agrícolas de 1977/78, 1978/79 e 1979/80, por região do Brasil.

Região Sul - Nesta região, as cultivares que mais se destacaram, com média de produtividade acima de 3.000 kg/hectare, nos três anos agrícolas de realização do ensaio, estão indicadas na Tabela 1.

TABELA 1. Relação das melhores cultivares de milho do Ensaio Nacional de Milho Normal, na Região Sul. Período de 1977/78 a 1979/80.

Cultivar	Firma Produtora	Tipo de cultivar
AG 28 ou AG 28 a	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
AG 401	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos duros.
Cargill 408	Cargill	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
Cargill 5005 M	Cargill	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
B 670	Dekalb	Híbrido duplo, grãos brancos semidentados.
IAC Phoenyx	IAC	Híbrido intervarietal, grãos amarelos semidentados.
SAVE 364	IPAGRO	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
DINA 09	Dinamilho	Híbrido duplo, grãos amarelos semidentados.

Para a região Centro as cultivares que mais se destacaram, com produtividade média acima de 5.000 kg/ha, nos três anos agrícolas, constam da Tabela 2.

TABELA 2. Relação das melhores cultivares de milho do Ensaio Nacional de Milho Normal; Região Centro. Período de 1977/78 a 1979/80.

Cultivar	Firma Produtora	Tipo de cultivar
AG 170	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
AG 791	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos duros.
Cargill 115	Cargill	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
Cargill 121	Cargill	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
B 670	Dekalb	Híbrido duplo, grãos brancos semidentados.
IAC Phoenyx	IAC	Híbrido intervarietal, grãos amarelos semidentados.
IAC Maya	IAC	Variedade, grãos amarelos dentados.
DINA 08	Dinamilho	Híbrido duplo, grãos amarelos semidentados.
DINA 10	Dinamilho	Híbrido duplo, grãos amarelos semidentados.
R. Ouro 06	Reis de Ouro	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
BR 126	CNPMS	Variedade, grãos amarelos dentados.

Para a região Litoral/Leste/Nordeste/Norte as cultivares que mais se destacaram, com produtividade média acima de 3.000 kg/ha, nos três anos agrícolas, constam da Tabela 3.

TABELA 3. Relação das melhores cultivares de milho do Ensaio Nacional de Milho Normal; Região Litoral/Leste/Nordeste/Norte. Período de 1977/78 a 1979/80.

Cultivar	Firma Produtora	Tipo de cultivar
AG 170	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
AG 401	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos duros.
Cargill 125	Cargill	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
Cargill 5005 M	Cargill	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
B 670	Dekalb	Híbrido duplo, grãos brancos semidentados.
B 666	Dekalb	Híbrido duplo, grãos brancos semidentados.
ESALQ VD-2	ESALQ	Variedade, grãos amarelos dentados.
R. Ouro-18	Reis de Ouro	Híbrido duplo, grãos amarelos semidentados.

Essas cultivares do Ensaio Nacional de Milho Normal apresentaram médias de produtividade muito superiores à média nacional, sendo na maioria de natureza híbrida, evidenciando o maior potencial dos híbridos em relação às variedades atuais.

Ensaio Nacional de Milho Precoce (Porte Baixo)

As cultivares comerciais de milho precoce que mais se destacaram, com produtividade média (peso de espigas) acima de 6.000 kg/ha, nos quatro anos de ensaios (1976/77, 1977/78, 1978/79 e 1979/80), estão relacionadas na Tabela 4.

TABELA 4. Relação de cultivares de milho que mais se destacaram no Ensaio Nacional de Milho Precoce, em diversas regiões brasileiras, no período de 1976/77 a 1979/80.

Cultivar	Firma Produtora	Tipo de cultivar
AG 62	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
AG 64 ou AG 64 A	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
Cargill 507	Cargill	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
Cargill 511	Cargill	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
Save 342	IPAGRO	Híbrido triplo, grãos amarelos dentados.

Observa-se que todas essas cultivares precoces são híbridas, com níveis de produtividade similares aos do milho normal (Região Centro), portanto bem acima da média nacional. Estes dados evidenciam o potencial destas cultivares em relação às variedades, além de permitir seu plantio, com boa garantia de sucesso, em regiões onde é vantajosa a utilização de milho precoce.

Ensaio Nacional de Milho Planta Baixa (Braquíticos e Tardios)

As cultivares comerciais de milho de porte baixo que mais se destacaram, com produtividade média (peso de espigas) acima de

4.000 kg/ha, nos três anos de ensaios (1977/78, 1978/79 e 1979/80), estão relacionadas na Tabela 5.

TABELA 5. Relação das cultivares de milho que mais se destacaram no Ensaio Nacional de Milho Planta Baixa, em diversas regiões brasileiras, no período de 1977/78 a 1979/80.

Cultivar	Firma Produtora	Tipo de cultivar
AG 452 B	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos duros.
AG 351 B	Agroceres	Híbrido duplo, grãos amarelos dentados.
ESALQ PB-1	ESALQ	Varietade, grãos amarelos semidentados.
Piranão VD-1	ESALQ	Varietade, grãos amarelos dentados.
Piranão VD-2	ESALQ	Varietade, grãos amarelos dentados.
BR 105*	CNPMS	Varietade, grãos laranja semiduros.
BR 108*	CNPMS	Varietade, grãos brancos dentados.
R. Ouro 99	Reis de Ouro	Híbrido intervarietal, grãos amarelos dentados.

* As variedades BR 105 e BR 108 foram testadas neste ensaio, em 1977/78, sob as denominações CMS-2 e CMS-3, respectivamente.

Observa-se que essas cultivares de porte baixo (híbridos e variedades) apresentaram bons níveis de produtividade, também muito acima da média nacional. Esses dados evidenciam o potencial das cultivares de milho de porte baixo, permitindo o seu plantio, principalmente em regiões com sérios problemas de acamamento, com boa margem de segurança e maior garantia de sucesso.

O Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da Embrapa lançou as seguintes variedades melhoradas de milho até o momento:

BR 126: Varietade de porte alto, moderadamente resistente ao acamamento e tolerante às principais doenças; possui grãos dentados, de cor amarela e é recomendada tanto para a produção de grãos como para silagem. Apresenta altas produções de massa verde por unidade de área. Em ensaios instalados na Região Centro, esta cultivar apresentou uma produtividade média de 4.000 kg/ha, de grãos numa densidade de 50 mil plantas/ha. Em experimento de forrageiras, produziu até 50 toneladas de massa verde por hectare. Esta variedade é indicada para os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Paraná, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul.

BR 105: Varietade de porte baixo, com grãos de coloração amarelo-alaranjada, resistente ao míldio e tolerante às outras principais doenças, apresentando certa variabilidade, principalmente para tipo e cor do grão, mas com boas características para o mercado internacional. Esta variedade vem sendo cultivada na região Centro-Sul com ótimo desempenho (produtividade média de 4.200 kg de grãos/ha). A densidade de plantas ideal está entre 60 e 70 mil plantas por hectare, devendo ser recomendada para os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul e sul de Goiás.

BR 108: Varietade de porte baixo, de grãos dentados e brancos, tolerante à helminthosporiose e à ferrugem. É adequada para mistura à farinha de trigo, para uso na indústria alimentícia. Apresentou produtividade média de 5.200 kg de grãos/ha, sendo recomendada para a região Central do Brasil, particularmente para os Estados de Minas Gerais, São Paulo, norte do Paraná e Mato Grosso do Sul.

BR 427: Milho Doce - Varietade resistente ao acamamento e tolerante à helminthosporiose e à ferrugem. Possui grãos rugosos de cor amarelo-fosco, apresentando alto teor de açúcares redutores e

polissacarídeos solúveis em água, quando em estado de grãos leitosos, sendo própria para consumo "in natura" ou para a indústria alimentícia. É recomendada para os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, sul de Goiás, Mato Grosso do Sul e Espírito Santo.

Essa cultivar tem apresentado também um excelente desempenho no Rio Grande do Sul.

BR 125: É uma variedade de grãos alaranjados-duros, recomendada tanto para a produção de grãos como para silagem. Devido ao porte alto (3,0 a 3,5 m), esta cultivar não é indicada para regiões sujeitas a ventos fortes, que poderão ocasionar sérios problemas com acamamento das plantas. Em ensaios instalados em diversos locais da região central do País, esta cultivar apresentou uma produtividade média de grãos de 3.600 kg/ha, quando cultivada numa densidade de 50 mil plantas/ha. Quanto à resistência às doenças é tolerante à helminthosporiose e à ferrugem, sendo susceptível ao míldio. Esta variedade é recomendada para os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Paraná, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul.

4.4 – TIPOS DE ENDOSPERMA

Quanto ao aspecto e textura dos grãos existem 6 (seis) tipos básicos:

- a) amiláceo ou farinhoso
- b) dentado ou mole
- c) duro ou cristalino
- d) pipoca
- e) doce
- f) ceroso

Amiláceo - O amiláceo é constituído apenas por endosperma com amido muito mole e poroso, tendo pouca densidade e apresentando, em geral, aspecto opaco (opaco-2 por exemplo). Entre os farináceos existem os que contêm os genes opaco-2 (o₂) e floury-2 (fl 2). São tipos de grãos farináceos, mas cujo valor biológico da proteína está modificado para melhor, em relação ao normal. Sua proteína é da melhor qualidade, porque três aminoácidos essenciais (lisina, triptofano e metionina) encontram-se em maior teor. Com isto, o seu valor alimentício é superior ao do milho normal. Existem hoje pesquisas no sentido de se obter um milho de alto valor biológico, porém com aspecto de milho normal.

Dentado - O milho dentado possui endosperma duro nos lados e amiláceo no centro, o qual chega até a superfície do grão. A maior parte dos milhos produzidos no mundo e a totalidade do produzido nos EEUU são do tipo dentado.

Duro - O milho duro apresenta reduzida proporção de endosperma amiláceo no interior do grão, notando-se que a parte dura ou cristalina é a predominante e envolve por completo o amido amiláceo. Por sua menor produtividade, este tipo de milho tende a ser menos cultivado. No entanto, trabalhos recentes no País mostram a possibilidade de se obter milhos duros tão produtivos quanto os dentados. No entanto, alguns países, como a Argentina, ainda se dedicam muito ao seu cultivo, em razão de alcançar preço um pouco superior no mercado internacional. No Brasil cultiva-se, em pequena escala, um milho duro, branco, do tipo cristalino, usado no fabrico de canjica e de farinha do milho.

Pipoca - O milho pipoca possui grãos pequenos e, praticamente, somente apresenta amido duro ou cristalino e tem a propriedade de estourar, quando submetido ao aquecimento, proporcionando a popular pipoca, de consumo humano.

Doce - O milho doce encerra grande quantidade de açúcares, sendo apreciado pelo seu sabor delicado e adocicado, quando no estado de milho verde ou leitoso. Quando seco, os açúcares do milho doce se cristalizam, os grãos se enrugam e o endosperma adquire aspecto vítreo.

Ceroso - Outro milho que apresenta certa importância econômica é o ceroso, cujo amido é do tipo amilopectina semelhante ao amido de mandioca. O milho ceroso se deveu ao fator genético recessivo "wx". Há interesse por esse tipo pelas suas aplicações especiais na indústria de adesivos e, igualmente, alimentar.

Todos esses tipos de milho podem, naturalmente, ser cruzados entre si, o que aliás, é viável com quaisquer variedades ou raças de milho.

Pelo cruzamento do milho duro com o dentado, obtém-se um tipo semi-dentado ou meio dente de grande aceitação comercial no Brasil. O seu grão, quanto ao tipo, é intermediário entre os pais, do que resulta a sua denominação de semi-dentado. Mostra-se bastante produtivo, pelo que é intensamente cultivado, em especial nos Estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Goiás.

Juntamente com essas categorias, com frequência é mencionado um tipo de milho, cujas sementes mostram-se individualmente envolvidas por glumas. Trata-se do milho tunicata, no qual, além dos grãos estarem envolvidos por "túnicas", toda a espiga é também envolta pelas palhas, como acontece nos demais tipos.

4.5 - PRODUÇÃO DE SEMENTE BÁSICA

A necessidade de multiplicar as sementes das variedades melhoradas tem levado os Estados a organizarem comissões de sementes e mudas que, por sua vez, podem ser compostas de subcomissões que atuam em uma ou mais culturas. A produção de sementes passa então a ser regulamentada, o que faz com que o agricultor venha a receber cultivares que mantêm inalterada sua "pureza varietal".

Esse procedimento pode ser exemplificado com a produção de sementes de milho híbrido. Os serviços de produção de semente básica têm a incumbência de manterem as linhagens e produzirem os híbridos simples, os quais são fornecidos aos produtores de sementes para fins comerciais.

Para a produção e comércio de híbridos é necessário que os produtores se credenciem para tal, junto às subcomissões estaduais de sementes e mudas. A credenciação é dada àqueles produtores que satisfazem as exigências das subcomissões estaduais no que diz respeito à disponibilidade de armazéns para sementes, condições para secagem e beneficiamento, assistência técnica e outros.

A semente assim produzida e beneficiada é então comercializada pela iniciativa privada e/ou oficial, pelas cooperativas ou pelos sindicatos de trabalhadores rurais, chegando finalmente às mãos dos agricultores.

Pela Lei nº 6.507, de 19 de dezembro de 1977, são conceituadas as seguintes classes de sementes:

- 1) Semente genética - produzida sob a responsabilidade e o controle direto do melhorador de plantas e mantida dentro de suas características de pureza genética.

- 2) Semente básica - resultante da multiplicação da semente genética ou básica, realizada de forma a garantir sua identidade e pureza genética, sob a responsabilidade da Entidade que a criou ou a introduziu.

- 3) Semente registrada - resultante da multiplicação da semente genética, básica ou registrada, produzida em campo específico, de acordo com as normas estabelecidas pela Entidade Certificadora.

4) Semente certificada - resultante da multiplicação de semente registrada ou certificada, produzida em campo específico, de acordo com as normas estabelecidas pela Entidade Certificadora.

Ressaltamos a existência da semente fiscalizada, que se assemelha às acima descritas, mas que delas difere por não haver sido realizado controle de gerações. A semente fiscalizada é produzida por produtores credenciados pela entidade oficial fiscalizadora, obedecendo a normas e técnicas por ela estabelecidas. Ao Ministério da Agricultura compete coordenar e orientar, em todo o território nacional, o sistema de produção de semente fiscalizada através da CONASEM, bem como reconhecer e credenciar as entidades fiscalizadoras.

4.6 — MILHO PIPOCA

4.6.1 — Variedades

De um modo geral, o comércio aceita melhor o milho pipoca cujos grãos apresentam o pericarpo de coloração amarela. A capacidade de expansão, que é indicada pela relação entre o volume de sementes e o volume de pipoca, deve ser superior a 15, para que a cultivar tenha boa aceitação comercial. O teor ideal de umidade das sementes para um bom bipoçamento, de um modo geral, deve estar em torno de 12-13%.

As variedades apresentam grande variabilidade genética para os caracteres de planta e espiga. Existem variedades de porte baixo (ex. 1.0 m) e de porte alto (ex. 4.0 m). Quanto aos grãos, variam na forma (redondo, chato ou pontudo) e na coloração (branco, amarelo, rosa, creme, vermelho, roxo, preto, azul).

Dentre as variedades mais conhecidas, melhoradas ou em fase de melhoramento, podemos citar as seguintes:

UFRGS 18 - população de grãos amarelos

UFRGS 20 - população de grãos amarelos

Pirapoca Branca

Pirapoca Branca

Pipoca Gurgel - grãos redondos e coloração amarela

South America

S. America Mushroom

Pipoca Branca Pontuda

Pipoca Amarela Pontuda

Estas variedades apresentam uma produtividade média de 50-60% em relação à produção de um híbrido comercial (ex. HMD 7974).

4.6.2 — Plantio e Comercialização

Quanto às práticas culturais para o milho pipoca, muito pouco é encontrado na literatura a esse respeito. Recomendam-se, no geral, as mesmas práticas de plantio-colheita utilizadas para o milho comum. Entretanto, deve-se usar um espaçamento mais reduzido (ex. 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas), proporcionando uma maior densidade populacional de plantas, por hectare, que a indicada para os plantios com o milho comum.

Quanto a comercialização, o mercado atacadista segue a seguinte classificação: tipo americano extra, tipo americano especial, tipo amarelo extra e tipo amarelo especial. Dependendo do volume disponível de outros tipos de milho de pipoca, estes também são comercializados, preferencialmente nas áreas onde têm boa aceitação para consumo.

4.7 — GLOSSÁRIO

Alelo - forma variante de um *gen* em um loco.

Composto - é um produto resultante da mistura de várias populações ou variedades.

Cruzamento - combinação de gametas provenientes de dois progenitores.

Cultivar - o termo "cultivar" (em abreviatura: cv.) indica um conjunto de plantas cultivadas que se distinguem por quaisquer caracteres (morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos, ou outros) importantes para a agricultura, a silvicultura ou a horticulura, e que os mantêm, quando reproduzidas (sexual e assexualmente). Ex. de cultivares: linhagem, híbrido, variedade, população etc.

Endogamia - (consangüinidade) - cruzamento entre indivíduos mais estreitamente relacionados do que se o cruzamento fosse feito ao acaso.

Endosperma - parte mais interna da estrutura da semente, exceto o embrião, constituída de amido mole e amido duro e destinada a nutrir o embrião em seu desenvolvimento.

Fenótipo - aparência de um indivíduo como contraste à sua composição genética ou genótipo. Também se utiliza para designar um grupo de indivíduos com aparência semelhante, porém não necessariamente com idênticos genótipos.

Gameta - célula reprodutiva, como grão de pólen ou óvulo.

Gen - (gene) - unidade de herança. Estão localizados em locais fixos, nos cromossomos, e podem existir em uma série de formas alternativas, chamadas alelos.

Genótipo - constituição genética total de um organismo.

Herdabilidade - (heritabilidade) - proporção da variabilidade total sob controle genético. Mais estritamente, proporção da variabilidade total devido aos efeitos aditivos do genes.

Heterose - vigor híbrido, tal que um híbrido F_1 seja superior aos seus progenitores, com respeito a um ou vários caracteres. Geralmente, se aplica a tamanho, velocidade de crescimento, boas características agrônômicas, produtividade etc.

Hibridação - cruzamento de dois progenitores geneticamente distintos.

Híbrido - a progênie, geralmente a geração F_1 , proveniente da combinação de progenitores geneticamente distintos.

Híbrido Simple - geração F_1 resultante do cruzamento de duas linhagens.

Híbrido triplo - geração F_1 resultante do cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem.

Híbrido duplo - geração F_1 resultante do cruzamento de dois híbridos simples.

Híbrido intervarietal - geração F_1 resultante do cruzamento de duas variedades.

Homozigoto - alelos idênticos em um loco.

Linhagem - linhagem produzida por endogamia (consangüinidade) continuada. Geralmente é obtida por autofecundação sucessivas.

Macho esterilidade - quando não são produzidos gametas masculinas viáveis à fertilização.

Monóico - diz-se dos vegetais que têm flores masculinas e femininas na mesma planta.

Progênie - descendência em qualquer geração.

Recombinação - formação de novas combinações de genes, como resultado da segregação de cruzamento entre progenitores geneticamente distintos.

Segregação - quando as progênies, provenientes de um cruzamento, apresentam diferenças na expressão de caracteres, devido à variabilidade genética entre os progenitores.

Sintético - é um produto resultante da mistura de várias linhagens.

Variedade - é um grupo de indivíduos dentro de uma espécie

que se distingue de outros por sua forma e função. Em milho encontram-se até hoje variedades nativas, mantidas por polinização aberta, que são muito importantes para o melhoramento de milho. No Brasil, aproximadamente 50% dos agricultores se utilizam de sementes de variedades locais. Essas variedades tendem a desaparecer por substituição por material melhorado ou através de cruzamentos entre elas. Para tanto, a fim de preservar essa variabilidade, elas são coletadas e mantidas em banco de germoplasma, com a finalidade de fornecer material para o melhoramento. Atualmente, o banco de germoplasma do CIMMYT possui, em sua coleção, 12 mil entradas de todo o mundo. Essas variedades são reservatórios de gens, que podem ser utilizados nos programas de melhoramento de milho.

Varietade melhorada - variedade produzida, cruzando-se entre si um número de genótipos selecionados quanto à boa capacidade de recombinação, em todas as combinações híbridas possíveis, com subsequente manutenção da variedade por polinização aberta.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALLARD, R. W. Princípios de melhoramento genético das plantas, São Paulo, E. Blucher, 1971. 381p.
2. PATERNIANI, E. Melhoramento e Produção de Milho no Brasil, S.L., Fundação Cargill, 1978. 650p.
3. RUSSEL, W.A. Melhoramento de populações de milho com fontes de linhagens. São Paulo, Fundação Cargill, 53p.
4. SPRAGUE, G.F. Corn Breeding. In: - Corn and Corn Improvement. New York, Academic Press, 1955. Cap. 5, p.221-72.