

# CONTRIBUIÇÃO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO MILHO E DO SORGO

João Carlos Garcia  
David Guilherme Gaspar Ruas  
Roland Vencovsky\*

## I – MILHO

### 1. INTRODUÇÃO

O milho no Brasil foi cultivado inicialmente para atender às necessidades internas do País. Esta situação parece ter perdurado até o início dos anos de 1900. Dados disponíveis mostram que o Brasil, um pequeno importador de milho da Argentina e do Uruguai (quadro 1), tornou-se exportador, por ocasião da I Guerra Mundial.

QUADRO 1. Importação e exportação de milho – Total dos quinquênios (t)

Ano	Importação	Exportação
1901 - 1905	38.696	9.748
1906 - 1910	46.798	21
1911 - 1915	22.625	488
1916 - 1920	10.907	51.065

Fonte: LINHARES (6).

A partir de 1920, a produção se estabilizou até o início dos anos 50, quando o processo de urbanização e o aumento da população começaram a exercer maior pressão sobre a produção agrícola. Dos anos 50 até o fim da década de 60, a produção de milho praticamente dobrou. O crescimento aumentou de intensidade até o ano de 1977, quando duas safras sucessivas fracassaram, causando sérios problemas ao abastecimento interno (quadro 2).

---

\* Respectivamente, Pesquisadores e Chefe do Centro Nacional de Milho e Sorgo EMBRAPA.

QUADRO 2. Produção de milho no Brasil. Vários períodos

	Período	Produção (1.000t)
	1920	5.175
Média	1921/30	4.363
Média	1945/52	5.659
Média	1954/58	7.122
Média	1959/63	9.100
Média	1968/70	17.773
	1977	19.250
	1978	13.533
	1979	16.994
	1980 <sup>1</sup>	19.500/19.700

1/ Estimativa

Fontes: HUNNICUT (4), KRUG (5), IBGE-CEPAGRO.

## 2. CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA AGRÍCOLA

Este crescimento de produção pode ter se verificado de maneiras diferentes com o passar do tempo. Pode ter sido resultado do aumento da área, da localização da cultura na direção de áreas favoráveis ou do aumento de rendimento, obtido por informações da pesquisa. Este último aspecto é que será comentado neste relatório.

Existem indícios de que a pesquisa agrícola com milho no Brasil data do início do século (p. ex., a variedade Assis Brasil foi selecionada por volta de 1900). No princípio, os maiores impactos foram conseguidos por meio da introdução de técnicas já consagradas em outros países, e que, após alguns testes locais, eram difundidas pelas nascentes Escolas de Agronomia. Estas técnicas, entre outras, referiam-se ao melhor preparo da terra, ao uso de adubação orgânica, rotação de culturas e métodos de seleção de sementes para plantio.

A pouca expressão do consumo de milho fora da propriedade, onde se transformou em produto de subsistência, e a disponibilidade de áreas ainda com alta fertilidade natural, contribuíram para que a introdução de tecnologia na cultura de milho no Brasil se desse de forma muito lenta. Por outro lado, o milho foi relegado a um plano secundário pelos pesquisadores, que preferiram estudar produtos nos quais as pressões por resposta da pesquisa eram maiores, situação essa que somente recentemente se modificou. Se os artigos científicos publicados se constituem em uma amostra deste interesse. O quadro 3 serve para confirmar este fato.

QUADRO 3. Número de artigos científicos em pesquisa agrícola publicados no Brasil. Alguns produtos selecionados

Produtos	1927-29	1930-39	1940-49	1950-59	1960-69	1970-77	Total
Café	23	38	71	132	163	457	884
Cana	11	10	45	74	96	114	370
Algodão	12	50	38	48	115	63	326
Milho	1	24	33	53	83	127	321
Colocação do Milho <sup>1</sup>	7º	4º	6º	4º	6º	6º	4º

1/ Colocação entre o número de trabalhos publicados sobre citros, soja, cacau, arroz, trigo, feijão, batata e mandioca, além dos citados no quadro acima

Fonte: SILVA (8)

A partir disso, temos o quadro formado para avaliar os possíveis impactos que as novas tecnologias tiveram sobre a produção de milho no Brasil. Um resumo deste quadro é o seguinte: de um lado, eram geradas informações que, dadas as condições da cultura no Brasil, apresentavam dificuldades para adoção pelos agricultores; de outro lado, os agricultores sentiam pouca necessidade de novas tecnologias, pois a disponibilidade de áreas de cultura, e o fornecimento marginal do produto para a própria subsistência, mantinham o preço do milho baixo, desincentivando a adoção das técnicas desenvolvidas pelos pesquisadores.

Esta situação foi típica nos anos entre 1948 e 1969, que se caracterizaram por um aumento de produção, baseado principalmente na incorporação de novas áreas ao processo produtivo (quadro 4). Neste período, a produção cresceu a taxas de 3,7% (1948/50 a 1959/61) e 4,3% ao ano (1959/61 a 1967/69), e o aumento de áreas plantadas respondeu por 92,9% (1948/50 a 1959/61) e 95,3% (1959/61 a 1967/69) do aumento na quantidade produzida. As parcelas do crescimento, devido a incrementos no rendimento, foram muito pequenas, quase desprezíveis, frente ao aumento da área.

A partir destes anos, até recentemente, o quadro já se torna outro. Devido a fatores, como o crescimento da indústria de rações e das atividades de criação (principalmente avicultura, suinocultura e pecuária leiteira), a capacidade de consumo interno de milho cresceu consideravelmente. Por outro lado, a diminuição da disponibilidade de áreas próximas aos pontos de consumo e o aumento da concorrência de culturas como a soja e cana-de-açúcar reduziram a capacidade de se continuar fornecendo milho a preços baixos (entre 1969/71 e 1975/77 o preço real do milho aumentou 28,56%). Isto forneceu condições para melhorias na condução das lavouras (quadro 5) e aplicação das informações obtidas pela pesquisa agrícola.

QUADRO 4. Fontes de crescimento da produção de milho. Brasil, 1948-1969

	Taxa cresc. Prod. (% a.a.)	$\Delta$ Área (%)	$\Delta$ Rendimento (%)	Mudança de localização (%)
1948/50 a 1959/61	3,7	92,9	9,6	-2,5
1959/61 a 1967/69	4,3	95,3	2,5	2,2

Fonte: PATRICK (7)

QUADRO 5. Taxa de crescimento e fontes de crescimento da produção de milho. Contribuição quantitativa das fontes. Brasil, 1968/70 a 1975/77

Aumento na produção	4,3% a.a.	4.532.475 t
Aumento devido a:		
acrécimo na área	5,4 a.a.	2.057.744 t
acrécimo no rendimento	48,2 a.a.	2.184.653 t
mudança na localização	6,4 a.a.	290.075 t

Fonte: GARCIA (2)

Neste último período, o aumento na produtividade foi responsável por cerca de 48,2% do incremento na produção de milho, contra 45,4% devido ao aumento na área. Uma situação consideravelmente diferente daquela dos anos anteriores. A melhoria dos rendimentos (que passaram de cerca de 1.300 kg/ha para 1.600 kg/ha) contribuiu com 2.184.653 t para o aumento da produção nacional de milho no período, e isto deve ser creditado às disponibilidades de informações pela pesquisa, e ao esforço dos órgãos de assistência técnica em difundir-las.

Se quisermos maiores detalhes, a verificação do comportamento destas fontes de crescimento, a nível estadual, fornece resultados bastante interessantes (quadro 6).

Enquanto no Paraná os acréscimos causados pelo aumento nos rendimentos foram semelhantes aos causados pelo aumento da área (se considerarmos que no período de 1977/79 ocorreram duas secas que prejudicaram os rendimentos, este resultado é bastante favorável), em São Paulo, serviram para cobrir parcialmente a redução da área e o deslocamento da cultura para áreas marginais, de menor capacidade produtiva; em Minas, foram os maiores responsáveis pelo aumento de produção no período.

QUADRO 6. Fontes de crescimento da produção de milho nos Estados do Paraná (1973/75 a 1977/79), São Paulo (1970/72 a 1977/79) e Minas Gerais (1970/72 a 1977/79). Dados em t.

	Paraná	São Paulo	Minas Gerais
Variação na produção	421.373	-678.360	934.025
Variação devido a:			
acréscimo na área	224.585	-599.551	171.352
acréscimo no rendimento	215.132	278.947	761.465
Mudança na localização	-18.344	-347.756	1.207

Fonte: GARCIA (2).

Estes resultados servem para ilustrar a contribuição da pesquisa, via incrementos nos rendimentos, para à produção de milho no Brasil. Além deste tipo de contribuição, deve-se considerar ainda aquele realizado no sentido de impedir a redução nos rendimentos, provocada pela degradação física e química dos nossos solos. Esta contribuição, embora de difícil medição, com certeza só viria a somar-se aos benefícios mencionados. Os resultados devem ter servido também para mostrar que existiam informações disponíveis para difusão entre os agricultores, e que seriam aceitas assim que as condições fossem favoráveis à sua adoção. Estas condições se revelaram e tendem a crescer ainda mais; serão um campo fértil para a aplicação das tecnologias a serem geradas pela pesquisa agrícola.

As seções seguintes farão uma apreciação rápida a respeito da atuação da pesquisa em milho e apresentarão alguns resultados já aplicados e o potencial que algumas das linhas de pesquisa têm a oferecer para melhoria das condições de produção e da qualidade deste produto no Brasil.

### 3. CRIAÇÃO DE NOVAS VARIEDADES

#### 3.1. Melhoramento

Quando do início das explorações comerciais do milho no Brasil, no começo do século, as sementes disponíveis eram aquelas variedades selecionadas localmente pelos agricultores, dentre as sementes encontradas aqui. Estas variedades, pela própria modalidade de seleção que sofreram, eram muito adaptadas às condições ecológicas e aos métodos locais de produção. Desta época são os milhos Cateto e Cristal. Também surgiu, nesta ocasião, a variedade Assis Brasil, a primeira a sofrer um processo de seleção orientado, e que tomou o nome de seu criador.

A partir da década de 20, foram intensificados, nas Escolas de Agronomia, então fundadas, e nas Estações Experimentais (Campos de Produção de Sementes), os trabalhos de seleção das variedades nativas e a introdução e adaptação de variedades americanas. O trabalho com as variedades nativas se desenvolveu no sentido de abaixar o porte e melhorar as características de produção. Por sua vez, as variedades americanas, predominantemente do tipo mole e mais exigentes em tratos e fertilidade, contribuía como fontes de material genético. As variedades "Golden Dent", "Hasting's Prolific" (introduzidas por Hunnicut em Lavras) e "Hickory-King" (introduzida por Emilico Castello e adaptada por Carlos Teixeira Mendes) são exemplos de materiais que foram trazidos para o Brasil.

O cruzamento natural e gradual das variedades duras nativas com as variedades americanas de grãos moles, formaram populações do tipo meio-dente. Por terem grãos menos duros que o Cateto e Cristal e apresentarem-se bastante produtivas, ganharam a preferência dos agricultores. Como exemplo tem-se a variedade Armour. Surgiu por volta de 1934; foi grandemente melhorada no Instituto Agrônomo de Campinas, e obteve boa aceitação principalmente entre os agricultores paulistas.

Na década de 30, foram iniciados os trabalhos visando a obtenção de híbridos no Brasil (em 1932, com Krug e outros no IAC; e em 1935, na Escola Superior de Agricultura de Viçosa, com Drummond e Secundino). A partir de 1939, foram montados, em São Paulo, os primeiros campos de produção de sementes híbridas, em escala comercial. Em 1937, já havia sido fundada a Sementes Agroceres S.A., por geneticistas egressos de Viçosa. O trabalho de produção de híbridos simples e posteriormente de híbridos duplos, prosseguiu com a incorporação de outras entidades de pesquisa como o Instituto Agropecuário do Oeste, o Instituto Agrônomo de Minas Gerais, o Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul, a Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul e a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Esta última destacou-se por ter aplicado e difundido técnicas modernas de melhoramento de populações.

Desta época, até fins dos anos 60, estas entidades brasileiras de pesquisa lançaram um número sempre crescente de híbridos, e variedades das mais diferentes qualidades e de grande potencial produtivo. Exemplo típico desta fase é o híbrido H-7974, do IAC, um dos híbridos mais cultivados ainda hoje. Variedades, como o Asteca e o Maya, também foram selecionadas neste período.

Para que seja possível avaliar o crescimento potencial dos novos materiais desenvolvidos até esta época, alguns dados referentes aos híbridos e variedades do IAC e ESALQ podem ser citados: Em 1946-47 foi obtido o híbrido H-3531, cerca de 22% mais produtivo que o Cateto; em 1953, foi produzido o híbrido H-4624, capaz de produzir 43% mais que a variedade Armour. Neste mesmo ano, apareceu a variedade Asteca, de mesmo potencial produtivo. Em 1956, o novo híbrido H-6999-A se mostrou 97% superior à variedade Armour. Em 1963, foi obtida a variedade Piramex, com potencial produtivo semelhante ao do H-6999-B, que era 9% superior ao H-6999-A. Estes acréscimos sucessivos - mesmo sem considerar a participação de firmas como a Agroceres, que lançaram uma série de híbridos

bem aceitos pelo mercado, neste período - podem fornecer uma idéia de como o potencial produtivo do milho foi incrementado pelo melhoramento genético.

Com a entrada em maior escala de firmas estrangeiras no mercado de sementes, a produção de novos materiais foi acelerada. Se algumas não tinham interesse em investir em pesquisa, ou se deram por satisfeitas com os materiais já produzidos no Brasil, outras realizaram um trabalho muito intenso de introdução, adaptação e desenvolvimento de novos híbridos no Brasil. O resultado proveniente da ação destas entidades de pesquisa privadas, e do esforço mantido pelas entidades públicas, é o grande número de cultivares hoje disponíveis no mercado brasileiro.

Para avaliar como aumentou o potencial genético, nos últimos anos, por meio do lançamento de novas cultivares, pode-se utilizar dos dados do quadro 7, que se referem ao comportamento dos materiais que tomaram parte nos Ensaios Nacionais de Milho, entre 1969 e 1979, nos Estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais.

QUADRO 7. Incremento no rendimento de cultivares do Ensaio Nacional. 1968/69 - 1978/79

	Taxa de crescimento % a.a.	Acréscimo potencial kg/ha
Média dos melhores híbridos por local	1,8	1,006
Média dos 5 melhores híbridos por local	1,78	936
Média dos 10 melhores híbridos por local	1,8	904

Fonte: GARCIA (3)

Pode-se ver que neste período a produtividade média das melhores cultivares cresceu cerca de 1,8% a.a. O acréscimo físico variou de 1.006 kg/ha, se considerarmos somente a média dos melhores materiais por local, a 904 kg/ha se considerarmos a média dos dez melhores materiais por local. Isto significou um aumento de 19,6% (entre as melhores), 19,4% (entre as cinco melhores) e 19,7% (entre as dez melhores) sobre o potencial do início do período considerado. Todo este potencial se encontra ou estará à disposição dos agricultores em anos próximos, a fim de que seja possível manter as taxas recentes de crescimento de produtividade.

Em 1975, com a criação do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo em Sete Lagoas, foi dada continuidade aos trabalhos de melhoramento realizados pelo ex-IPEACO. Intensificou-se o programa de avaliação e melhoramento de populações. Ênfase foi dada à obtenção de variedades e de híbridos' adaptados aos solos sob vegetação de cerrado.

O CNPMS introduziu 56 populações, as quais foram testadas em 20 locais (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul). Oito dessas apresentaram boa adaptação e poderão influir decisivamente no progresso do melhoramento da produção de milho no Brasil.

#### **4. CONTROLE DE PRAGAS**

Segundo resultados de pesquisa obtidos em São Paulo, o controle de pragas aumentaria em cerca de 5 milhões de toneladas a nossa produção de milho, enquanto medidas que evitassem pragas dos grãos armazenados impediriam a destruição de 3 milhões de toneladas. Dessa pesquisa, é fácil inferir os benefícios que o controle das pragas do milho traria à economia nacional.

Este é, entretanto, um campo ainda pouco explorado pelos entomologistas brasileiros. As medidas de controle existentes, são de difícil adoção pelos agricultores, devido a estes motivos: dificuldade de aplicação de inseticidas de modo a atingir os insetos; características dos ataques das pragas que não acontecem de modo sistemático, todos os anos, o que diminui o interesse de tratamentos preventivos; e alto custo dos tratamentos, em relação aos benefícios possíveis de serem obtidos pelos agricultores. Quanto às perdas de grãos armazenados, o tempo de permanência do milho no campo, depois de seco, e as condições dos paióis e depósitos nas zonas rurais desestimulam qualquer medida no sentido de evitá-las.

Nesta área, a pesquisa está se dirigindo no sentido de introduzir características genéticas que aumentem as defesas contra as pragas, procurando, desta forma, reduzir as perdas a um nível mais aceitável.

#### **5. CONTROLE DE DOENÇAS**

Novamente aqui, as dificuldades de aplicação de defensivos, a não-ocorrência sistemática das doenças e a baixa economicidade dos tratamentos têm dificultado o uso de medidas para controle de doenças no Brasil.

Sua importância pode ser vista no caso da helmintosporiose que pode reduzir a zero a produção do milho pipoca. Sua ocorrência é bastante freqüente. A mesma helmintosporiose, anos atrás, provocou graves danos na produção de sementes híbridas. Devem ser citados, ainda, os nematóides que podem chegar a reduzir 50% a produção, nas áreas onde ocorrem.

Nesta área, também tem-se optado com bastante sucesso pela introdução de resistência genética nas cultivares em lançamento.

#### **6. MANEJO E PRÁTICAS CULTURAIS**

Os trabalhos nesta área, contribuíram decisivamente para implantação da cultura do milho no Brasil, constituindo-se nos primeiros fatores de melhoria tecnológica no campo. Deve-se ressaltar que seu potencial de contribuição ainda não se esgotou, pois parte da produção brasileira de milho ainda é feita em



condições tais que a simples melhoria no preparo da terra, o maior cuidado com a densidade de plantio e a adubação de plantio e de cobertura, e o maior controle de invasoras poderão contribuir, de modo significativo, para aumento da produção e dá produtividade.

Podem-se citar como exemplo de pesquisas que atualmente estão sendo desenvolvidas nesta área os seguintes estudos: o estudo de adubação verde intercalar com leguminosas perenes (onde não se encontrou diferença entre a produção com adubação verde e a obtida com o nível de 60 kg/ha de nitrogênio), o que poderá contribuir para diminuir os custos com adubação nitrogenada; estudos sobre efeito residual de fósforo e uso de fontes naturais deste elemento; estudos sobre plantio direto de milho; estudos sobre eficiência de métodos de distribuição de adubos; estudos sobre consórcio; rotação de culturas.

## **7. COLHEITA, ARMAZENAGEM, PROCESSAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO**

Atualmente no Brasil a colheita de milho é, no sistema de produção deste grão, a parte em que menos têm penetrado as inovações tecnológicas. Grande parte da colheita tem sido realizada de forma manual, com grande emprego de mão-de-obra. Somente em anos recentes é que começaram a ser introduzidas no País as colhedoras de milho, principalmente sob a pressão de lavouras de maior dimensão e/ou de penetração da cultura em regiões com deficiência de mão-de-obra. Existem sérios problemas ligados à regulagem de máquinas, às condições das lavouras por ocasião da colheita (relacionada com a presença de certas ervas invasoras), à adaptação de cultivares ao processo de colheita mecânica, e à época da colheita. Se aliarmos a estes entraves, a pouca habilidade dos operadores das máquinas, é de se esperar que ocorram, e realmente ocorrem, perdas realmente consideráveis nesta fase de mecanização da exploração. Estas podem chegar até a cerca de 20% da produção da área. Entretanto, devido ser ainda pequena a área colhida mecanicamente no País, este aspecto somente no futuro se tornará de maior importância.

Com respeito ao armazenamento, a persistência de métodos tradicionais nas propriedades tem acarretado perdas na quantidade e qualidade do produto. (Já foi citado anteriormente o montante de três milhões de toneladas de perdas no armazenamento).

As pesquisas nas áreas de colheita e armazenamento têm sido de pouca expressão. Limitam-se a verificações de perdas nestes estádios da produção e, no caso de armazenamento, ao controle de pragas que possam atacar o grão. Neste último campo deve-se ressaltar a introdução do paiol de tela que, entretanto, por vários fatores, após uma adoção inicial animadora, não teve maior aceitação.

A parte relativa a processamento tem sido pouco atacada pela pesquisa. Até pouco tempo atrás, o milho era transformado apenas em fubá, farelo e outros produtos pouco elaborados. Recentemente, tem sido feito algum esforço no sentido de se estudarem as possibilidades de substituição do trigo pelo milho na panificação.

Na área de comercialização, as pesquisas com este produto têm sido esparsas e sem muita ligação entre si, o que caracteriza a ausência de um esforço sistemático para compreender seu processo particularmente.

## **8. ESTUDOS BÁSICOS COM A CULTURA DO MILHO**

### **8.1. Fisiologia**

Os estudos de Fisiologia, propriamente ditos, foram iniciados no Brasil recentemente, através das universidades e do Sistema EMBRAPA. Estes trabalhos estão sendo conduzidos especialmente em associação com os melhoristas. Procuram, sobretudo, selecionar plantas mais eficientes na utilização da luz solar e mais capazes de suportar condições de "stress" de umidade, de fertilidade e de outros fatores.

### **8.2. Genética**

Os estudos básicos de Genética têm contribuído para tornar os programas de melhoramento mais eficientes. Principalmente nas universidades, com a criação dos cursos de Pós-Graduação, grande ênfase foi dada a este setor.

Os trabalhos envolvendo Genética Quantitativa têm fornecido estimativas de parâmetro genético das populações de milho que estão sendo trabalhadas nas nossas condições. Através destas estimativas, o melhorista pode julgar o potencial de suas populações e também optar pelo método de melhoramento que achar mais eficiente.

Em termos de Genética Quantitativa trabalhos foram realizados utilizando-se genes maiores. Entre os vários genes que estão sendo utilizados, destacam-se:

- Opaco 2 (O<sub>2</sub>) - Produz 69% mais lisina (um aminoácido essencial) do que o milho comum. Em decorrência de suas qualidades protéicas superiores, o milho opaco é recomendado para a alimentação humana e animal.
- Ceroso (Wx) - Confere ao milho maior teor de amido do tipo amilopectina. Este caráter é muito importante nas indústrias de produtos alimentícios e de adesivos.
- Sugary (Su<sub>1</sub>) - É responsável pela formação do endosperma rico em açúcares (milho doce). Muito utilizado na alimentação humana "in natura" ou enlatado.
- Braquítico (br<sub>2</sub>) - Gene que reduz a altura da planta, sem afetar o tamanho das espigas. Este gene, introduzido na cultivar 'Piramex', formou a cultivar 'Piranão', cultivada em muitos locais do País.
- Sem lígula (ligubless 1g<sub>1</sub>, 1g<sub>2</sub> e 1g<sub>3</sub>) - Plantas homizigotas para este gene, não possuem lígula nas folhas, o que acarreta uma diminuição do ângulo de inserção no colmo, e conseqüentemente as folhas são eretas. As folhas eretas aumentam a eficiência fotossintética. No Brasil, este

gene foi incorporado em algumas populações e os resultados preliminares têm sido promissores.

### **8.3. Citogenética**

Com o progressivo desenvolvimento de técnicas para análise cromossômica, a citogenética vem assumindo um papel cada vez mais importante nos programas de melhoramento de diversas plantas cultivadas. No milho, muita ênfase tem sido dada ao estudo dos "knobs" ou nódulos cromossômicos que são formações heterocromáticas localizadas em posições fixas nos cromossomos. Vários trabalhos, incluindo alguns feitos no Brasil, revelam associações estatisticamente significativas entre os "knobs" e certas características morfológicas, sugerindo desta forma, que os genes responsáveis por tais características estão localizados em segmentos próximos aos "knobs". Foi demonstrado, inclusive, o efeito da seleção para certos caracteres morfológicos sobre a freqüência de "knobs" observados.

## **9. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO ATMOSFÉRICO**

Resultados de pesquisas sobre aproveitamento de nitrogênio atmosférico, por meio de fixação biológica em milho, abrem amplas perspectivas de se obterem cultivares capazes de fixar uma quantidade correspondente a cerca de 40% da recomendada para adubação com este elemento. Como no Brasil a maioria das lavouras de milho não recebe qualquer tipo de adubo, e sendo o nitrogênio um elemento de primordial importância para o milho, avanços nesta linha de pesquisa poderão provocar um aumento considerável na produção deste cereal no Brasil.

## **10. LITERATURA CITADA**

1. FUNDAÇÃO CARGILL. Melhoramento e produção de milho no Brasil. Piracicaba, ESAL, 1978. 650 p.
2. GARCIA, J.C. Fontes do crescimento recente da produção de milho no Brasil. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS. (Em andamento).
3. \_\_\_\_\_. Melhoramento genético e progresso tecnológico; Melhoria do potencial produtivo de cultivares de milho no Brasil. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS. (Em andamento).
4. HUNNICUT, B. O milho. Rio de Janeiro, Leite Ribeiro, 1924. 243 p.
5. KRUG, C.A. et alii. Cultura e adubação do milho. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1966. 541 p.
6. LINHARES, M.Y.L. & TEIXEIRA DA SILVA, F.C. História política do abastecimento (1918-1974). Brasília, BINAGRI, 1979. 240 p.
7. PATRICK, G.F. Sources of growth in Brazilian agriculture: the crop-sector. West Lafayette, Purdue University. 29 p. (Purdue Journal Paper 5884).
8. SILVA, G.L.S.P. et alii. Pesquisa e produção agrícola no Brasil. São Paulo, IEA.

## II – SORGO

### 1. INTRODUÇÃO

O sorgo é uma das principais fontes de alimento em todo o mundo. É um cereal que apresenta menor requerimento de água e maior resistência à seca do que o milho.

No Brasil, apesar de a cultura ter sido introduzida há muito tempo, é ainda incipiente o cultivo tanto do sorgo granífero, forrageiro como sacarino. Mesmo nas regiões semi-áridas do Nordeste, onde poderia ser uma cultura com maiores possibilidades que o milho, o sorgo ainda não é uma realidade.

Deve ser salientado que as pesquisas com sorgo só foram incrementadas recentemente e as informações disponíveis para a cultura são escassas. É muito provável que com o desenvolvimento de tecnologias adaptadas às diferentes condições ecológicas do Brasil, o sorgo venha ocupar lugar de destaque entre os cereais cultivados no Brasil.

O centro de origem desta gramínea é a África. Apesar de ser conhecida há longo tempo, somente a partir do final do século é que esta planta teve um grande desenvolvimento em muitas regiões do mundo. Atualmente é o quinto cereal em termos de quantidade produzida.

Ao que tudo indica as primeiras introduções do sorgo nas Américas foram realizadas pelos escravos que partiram da costa da África. É bem provável também que as primeiras introduções de sorgo granífero no Brasil tenham sido realizadas pelos escravos, muito provavelmente na Bahia, primeiro e maior centro do tráfico brasileiro de escravos (2).

Considerando que o sorgo granífero era cultivado na África em condições climáticas semelhantes às do Nordeste brasileiro, é estranho o fato de o sorgo não ter tido aceitação espontânea como alimento, logo após a sua introdução no Brasil. JOHNSON (2) aponta que o não-cultivo do sorgo no início foi porque já estava sendo cultivado o milho cujo uso como alimento já estava profundamente impregnado na cultura brasileira. Deve-se considerar também que as terras cultivadas no Nordeste, quando da colonização, eram as de menor deficiência hídrica. Nestas o cultivo do milho é relativamente bem sucedido. Posteriormente, com o crescimento da população, o milho foi levado para o plantio em terras climaticamente marginais. O sorgo se adapta a estas terras melhor que o milho, e tem condições de ser amplamente cultivado.

No sul do País, onde a cultura atualmente é mais desenvolvida, ao que parece, o sorgo granífero foi introduzido da Argentina.

É interessante salientar que já em 1918, foi publicado um Boletim Técnico pelo então Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, fornecendo indicações para o cultivo do sorgo granífero, forrageiro e até mesmo sacarino.

Apesar de ter sido realizada a introdução há muito tempo, a cultura do sorgo no Brasil iniciou-se, em bases realmente comerciais, a partir de 1968 (6). Os dados da área colhida e a produção obtida nos últimos anos estão apresentados no quadro 1.

QUADRO 1. Produção e área plantada com sorgo granífero no Brasil

Ano	Área colhida (1000 ha)	Produção de grãos (1000 t)
1971	80 (1)	170 (1)
1972	120 (2)	220 (1)
1973	147 (2)	249 (2)
1974	11 (2)	242 (2)
1975	87 (2)	201 (2)
1976	122 (2)	277 (2)
1977	178 (2)	435 (2)
1978	104 (2)	228 (2)
1979*	95 (2)	182 (2)

Fonte: (1) USDA, (2) IBGE/CEPAGRO, (\*) Estimativa.

A produção de sorgo granífero concentra-se especialmente no Rio Grande do Sul e em São Paulo (quadro 2). No Rio Grande do Sul, o sorgo já é uma cultura de tradição e substitui, algumas vezes, a soja no binômio soja/trigo. O incentivo dado pelas indústrias de rações é o fator principal do incremento de produção em São Paulo.

Em 1977, TARDIN (5) estimou a quantidade potencial de sorgo para ser utilizada na formulação de rações, baseando-se em níveis de utilização em anos anteriores e no crescimento da produção de rações no Brasil (quadro 3).

QUADRO 2. Principais estados produtores de sorgo, produção (t) e rendimento (kg/ha)

Safrá	1975/1976		1976/1977		1978/1979	
	Produção	Rendimento	Produção	Rendimento	Produção	Rendimento
São Paulo	235.573	1.998	169.620	3.000	82.845	2.500
Rio G. do Sul	216.500	2.251	214.000	2.352	125.500	2.213
Goiás	7.560	2.400	29.625	1.975	5.098	1.440
Minas Gerais	16.800	2.800	2.748	1.200	962	2.518
Rio G. do Norte	1.581	414	2.733	809	450	750

Fonte: IBGE/CEPAGRO

QUADRO 3. Estimativa de crescimento da indústria de rações de 1977-1980 e do potencial anual de consumo de sorgo granífero

Ano	Produção nacional de rações (t)	Consumo estimado do sorgo (t)	
		A 8% de utilização	A 12% de utilização
1977	7.653.200	621.256	918.384
1978	8.824.200	705.936	1.058.904
1979	10.174.300	813.944	1.220.916
1980	11.731.000	938.480	1.407.720

Fonte: TARDIN (5)

## 2. CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA PARA A IMPLANTAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO SORGO NO PAÍS

Apesar de haver referências sobre recomendações técnicas para a cultura do sorgo no País desde o início do século, os primeiros trabalhos de pesquisa só foram iniciados na década de 30.

Estes trabalhos de pesquisa foram incrementados a partir de 1973 com a criação do Programa de Sorgo e Milheto em Pernambuco, posteriormente estendido a outras regiões do Nordeste (3). Neste mesmo ano, foi criado o Projeto Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo junto ao IPEACO. Este programa de

pesquisa foi anexado, em 1976, ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, que tem como objetivo o desenvolvimento de tecnologia para a produção econômica de sorgo, nas mais diferentes condições ecológicas do Brasil.

Os trabalhos, que foram e estão sendo realizados, têm permitido o cultivo de sorgo granífero, forrageiro e sacarino com a utilização de tecnologia mais adaptada às nossas condições. A seguir, são relatados alguns resultados destes trabalhos de pesquisa.

### **3. CRIAÇÃO DE NOVAS VARIEDADES**

Um dos primeiros trabalhos de melhoramento realizado no Centro-Sul foi a obtenção da variedade Lavrense. Esta é uma variedade de sorgo considerado forrageiro apesar de produzir razoável quantidade de grãos (4). Foi obtida na Escola Superior de Agricultura de Lavras, em um programa de melhoramento, iniciado em 1945. O esquema básico seguido na obtenção do sorgo "Lavrense" foi o seguinte:

(Hegari x Dhara Baiva) x Vassoura → Lavrense

Em São Paulo, foi obtido o sorgo forrageiro "Santa Elisa", o qual, devido à grande produção de massa verde, apresenta grande aceitação pelos pecuaristas.

A Companhia de Sementes Agroceres S.A. iniciou os trabalhos com sorgo, no ano agrícola 69/70. A partir de 1971, foram intensificados os trabalhos de seleção e criação de híbridos. O mesmo ocorreu com outras companhias de sementes.

Os trabalhos de melhoramento em Pernambuco tiveram início em 1930 (1). Foram realizadas introduções de linhagens de sorgo, porém com o objetivo de servirem de bordadura nos ensaios de linhagens de algodão. Em 1940, novas introduções foram realizadas incluindo Shalhu e Redbine.

No Nordeste, com a criação do programa IPA, a partir de 1973, foram e estão sendo obtidas cultivares de sorgo granífero com grande potencial de produção. Com relação ao sorgo forrageiro merece destaque a variedade IPA-1218, que tem demonstrado boa adaptação e alta capacidade de produção no Nordeste e mesmo no Centro-Sul do País.

Em 1973, foi criado o Projeto Nacional de Milho e Sorgo, instalado junto ao IPEACO o qual, em 1975, foi anexado ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sob a coordenação do CNPMS foram e estão sendo realizadas introduções, cruzamentos e seleção. Neste programa já foram obtidos alguns híbridos de sorgo granífero, tais como: BR 300 e BR 301 e os de sorgo forrageiro: BR 600 e BR 601.

Com a criação do Programa Nacional do Álcool, o sorgo sacarino surgiu como sendo uma das fontes com viabilidade para a produção de álcool. Para atender a este programa o CNPMS intensificou o seu programa de melhoramento de sorgo sacarino, e colocou no mercado três cultivares BR 500, BR 501 e BR 503. Brevemente, sairá o primeiro híbrido produzido no Brasil, o BR 602.

O Ensaio Nacional de Sorgo Granífero, Forrageiro e Sacarino é conduzido sob a coordenação do CNPMS. No ano agrícola 1979/1980, foram realizados 66 ensaios de sorgo granífero, 40 de forrageiro e 38 de sacarino. Participam destes ensaios os melhores híbridos ou variedades desenvolvidas pelos diferentes programas de melhoramento, que permitem uma indicação de genótipos para as diferentes condições ecológicas.

O Ensaio Nacional de Sorgo iniciou em 1964, paralisou em 1968 e recomeçou em 1974. No Rio Grande do Sul, no período de 1965/1968, a média foi de 3.590 kg/ha; no período 1974/1978, de 4.688 kg/ha. Houve uma variação de 1.098 kg/ha, o que representa em relação ao primeiro período, um aumento de 30,6% na produção das cultivares testadas no segundo período.

Como ocorreu nas demais regiões, também no sul do País as pesquisas são recentes. Os trabalhos de melhoramento estão sendo conduzidos pela UEPAE/Pelotas e pela Universidade Federal de Pelotas. O programa teve início em 1975, e já foram obtidas algumas linhagens promissoras.

#### **4. PRÁTICAS CULTURAIS, PRAGAS E DOENÇAS**

Para a região Centro-Sul, os resultados de pesquisa apontam para o sorgo granífero o espaçamento entre linhas de 0,50 a 0,70 m. É conveniente salientar que o espaçamento menor (0,50 m) dificulta os tratamentos culturais.

Com relação ao sorgo forrageiro e sacarino, o espaçamento recomendado é de 0,70 m entre linhas. Para um solo de boa fertilidade, as populações de plantas recomendadas para o sorgo granífero e forrageiro situam-se entre 200 a 230 mil plantas/ha, ou seja, de 14 a 16 plantas por metro linear. Para o sacarino, a população recomendada é de 100 a 140 mil plantas/ha, isto é, 7 a 10 plantas por metro linear.

Os programas que visam o controle de pragas e doenças no sorgo foram iniciados recentemente. A maior ênfase está sendo dada à obtenção de cultivares resistentes às principais pragas ou patógenos.

Verificou-se no CNPMS, para as condições de cerrado, a importância da mosca do sorgo, que pode causar danos de até 100% na produção, em plantios tardios.

Em relação a doenças, a constatação do míldio do sorgo no Brasil, resultado da proibição de importação de sementes, provocou a produção própria de sementes resistentes à doença. Resultados de ensaios de campo destacam cultivares comerciais da EMBRAPA que apresentaram percentagem de infecção variando de 2,0 a 9,0%. Nas cultivares de sorgo forrageiro e sacarino, a percentagem de infecção variou de 0,0 a 14,0%.

#### **5. COLHEITA E PROCESSAMENTO**

Desde sua introdução no Brasil, o sorgo granífero vem apresentando problemas de colheita. Estudos vêm sendo efetuados com a finalidade de se obterem híbridos de porte baixo e de se conseguir regulagem de colhedoras para



a diminuição de perdas de grãos. Pesquisas do CNPMS levam a concluir que a colheita deve ser efetuada quando a umidade dos grãos está ao redor de 16%, teor este que provoca danos mecânicos aos grãos.

Quanto ao processamento do grão, existem trabalhos, principalmente na área de rações, em que o sorgo substitui o milho como fonte energética nas formulações. Estes trabalhos abrangem também os aspectos de aceitabilidade, de valor nutricional e principalmente de conversão alimentar nos diversos tipos de animais explorados economicamente.

No ITAL, em Campinas, estudos recentes foram efetuados a fim de verificar a possibilidade de adicionar farinha de sorgo na de trigo e também descobrir outras formas de utilização desta farinha.

O processo do sorgo forrageiro é feito principalmente pelos produtores. Os estudos existentes têm como finalidade básica a produção de silagem. Relacionam-se à conservação da silagem, ao valor nutricional, e à digestibilidade para os diversos tipos de animais.

## **6. PARTE BÁSICA (Fisiologia, genética e citologia)**

São escassos os estudos básicos de fisiologia, genética ou citologia. No CNPMS e em algumas Universidades, estão atualmente sendo realizados trabalhos que possibilitem um melhor conhecimento da cultura. Neste aspecto está sendo realizada uma série de trabalhos como: análise de crescimento de diversas cultivares; estudos sobre tolerância a condições de cerrado ou deficiência hídrica; estudos da base genética de caracteres de importância econômica; estimativas da heterose no cruzamento de diversas linhagens.

## **7. PERSPECTIVAS E NECESSIDADES DA PESQUISA COM A CULTURA DO MILHO E SORGO**

Considerando as diferentes áreas de pesquisa, serão apresentadas de forma sucinta as suas principais perspectivas e necessidades.

### **7.1. Fertilidade do Solo**

- Melhora da eficiência na utilização de nutrientes por manejo de solo, água e fertilizantes.
- Análise econômica de resposta a fertilizantes.
- Melhor conhecimento da interação solo-flora microbiana.
- Manejo e conservação do solo no Norte e Nordeste.
- Incrementar as pesquisas sobre Física do Solo.
- Aproveitamento de resíduos industriais como alternativas para substituição de fertilizantes dependentes de fontes energéticas.

## **7.2. Condução da Cultura**

- Reavaliação de técnicas de espaçamento e densidade em cultivares em lançamento, de porte reduzido.
- Plantio direto.
- Épocas de plantio no Norte do País.
- Avaliação agrônômica e econômica de sistemas de produção.
- Consorciação de culturas.
- Rotação de cultura em solos sob vegetação de cerrado.
- Avaliação agrônômica e econômica de herbicidas em fase de lançamento.
- Melhoria das práticas de aplicação dos herbicidas.
- Avaliação de sistema de produção no Norte e Nordeste.
- Manejo de restos culturais em cerrado.

## **7.3. Economia Agrícola**

- Avaliação econômica de sistemas de produção existentes e de novas tecnologias.
- Estudos de comercialização e distribuição.
- Determinação de fatores que impedem a difusão e adoção de novas tecnologias.
- Aspectos distributivos de novas tecnologias.
- Melhor conhecimento das possibilidades de exportação e comercialização.
- Desenvolvimento de modelos econômicos para a avaliação de novas tecnologias.

## **7.4. Mecanização**

- Melhoria na eficiência das máquinas para semeadura, cultivo e colheita mecânica.
- Aplicação de fertilizante e defensivos.
- Adaptação e teste de máquinas agrícolas para a semeadura.
- Cultivo e colheita de sorgo sacarino.
- Desenvolvimento de implementos nacionais visando a tração animal.
- Desenvolvimento de implementos nacionais para plantio direto.

## **7.5. Armazenamento**

- Técnicas de armazenamento a granel.
- Avaliação de perdas durante o armazenamento.
- Técnicas de armazenamento a nível de propriedade rural.

## **7.6. Tecnologia de Alimentos**

- Uso de mutantes que melhorem o valor nutritivo.
- Difusão da mistura de milho e trigo para panificação.
- Melhoria das técnicas de ensilagem visando sua qualidade.

### **7.7. Pragas e Doenças**

- Avaliação e seleção de cultivares tolerantes às principais pragas e doenças.
- Avaliação de produtos químicos em fase de lançamento.
- Melhoria da eficiência de aplicação dos produtos químicos.
- Intensificar a utilização de controle biológico.
- Intensificar a seleção genética de cultivares tolerantes.
- Estudo sobre os danos ecológicos dos defensivos agrícolas.

### **7.8. Melhoramento**

- Obtenção de populações e híbridos melhorados.
- Seleção de cultivares mais eficientes na utilização de nutrientes; mais adaptadas a solos sob vegetação de cerrado; com genes especiais que produzam melhor arquitetura e maior valor industrial.
- Incremento do programa de melhoramento para as regiões Norte e Nordeste e Cerrado.
- Estudos sobre esterilidade masculina em populações de milho brasileiras.

## **8. LITERATURA CITADA**

1. FARIS, M.A. Perspectives for the development of sorghum breeding in northeast Brazil. In: SIMPÓSIO INTERAMERICANO DE SORGO, 1., Brasília, 1972. Anais... Brasília, Ministério da Agricultura 1972: 61-7.
2. JOHNSON, D. Sorgo granífero no Nordeste do Brasil. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, 9(4):483-93, out./dez. 1978,
3. LIRA, M.A. & FARIS, M.A. Aspectos gerais da cultura do sorgo no Brasil. Região Nordeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SORGO, 1, Brasília, 1977. Anais... Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1979: 31-8.
4. SOUZA, P. O sorgo Lavrense. In: SIMPÓSIO INTERAMERICANO DE SORGO, 1, Brasília, 1972. Anais... Brasília, Ministério da Agricultura, 1972: 295-8.
5. TARDIN, A.C. Demanda de sorgo. Fatores que afetam a estimativa do potencial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SORGO, 1., Brasília, 1977. Anais... Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1979: 127-37.
6. TREVISAN, W.L. & SCHAFFERT, R.E. O programa nacional de pesquisa de sorgo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SORGO, 1, Brasília, 1977. Anais... Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1979:199-213.