

Indicações Técnicas

2011

JULHO 2011

INDICAÇÕES TÉCNICAS DA
FEPAGRO E EMATER/RS-ASCAR

Secretaria da Agricultura,
Pecuária e Agronegócio e
Secretaria do Desenvolvimento
Rural, Pesca e Cooperativismo
Rio Grande do Sul - Brasil



INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA O
CULTIVO DO **MILHO** E DO **SORGO**
NO **RIO GRANDE DO SUL**
SAFRAS **2011/2012** E **2012/2013**



Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio
Secretaria de Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo



**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E AGRONEGÓCIO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO RURAL, PESCA E COOPERATIVISMO
EMATER/RS – ASCAR**

INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA O CULTIVO DO MILHO E DO SORGO NO RIO GRANDE DO SUL SAFRAS 2011/2012 E 2012/2013

Organização:

**Lia Rosane Rodrigues
Paulo Regis Ferreira da Silva**

**Ijuí, RS
2011**

Cópias deste documento podem ser adquiridas na

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - FEPAGRO

Rua Gonçalves Dias, 570 – Menino Deus

90130-060 – Porto Alegre/RS

Telefone: (51) 3288-8000 Fax: (51) 3233-7607

www.fepagro.rs.gov.br | fepagro@fepagro.rs.gov.br

EMATER/RS - ASCAR

Rua Botafogo, 1051 – Menino Deus

90040-130 – Porto Alegre/RS

Telefone: (51) 2125-3150

<http://www.emater.tche.br> | portoalegre@emater.tche.br

Comissão Editorial da Fepagro

Luciano Kayser Vargas – Presidente; André Dabdab Abichequer; Bernadete Radin; Lia Rosane Rodrigues; Paulo Roehe; Rodrigo Favreto; Simone Linck; Zélia M. de Souza Castilhos.

Divisão de Comunicação Social da Fepagro

Simone Linck – Coordenadora de Comunicação Social; Fernando Kluwe Dias – Fotógrafo;

Gislaine Freitas – Jornalista – MTb 6637; Jane Maria Ferreira – Agente Administrativo; Lia

Rosane Rodrigues – Coordenadora do Programa de Editoração e Publicações; Nêmore Arlindo

Rodrigues – Bibliotecária – CRB 10/820; Diego Luis Policeno dos Santos – Estagiário de

Biblioteconomia; Rafaela dos Santos – Estagiária de Design Gráfico.

1ª edição

1ª impressão 2011: 2.000 exemplares

Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul: Safras 2011/2012 e 2012/2013. / Organizado por Lia Rosane Rodrigues e Paulo Regis Ferreira da Silva. – Porto Alegre: Fepagro, 2011.

140 p.

I FEPAGRO II EMATER/RS III Rodrigues, Lia Rosane (Org.) IV Silva, Paulo Régis Ferreira 1. Milho – Sorgo

– Pesquisa – Rio Grande do Sul – Brasil

CDU 633.15/.17

Coordenação

Antônio Altíssimo – EMATER/RS – ASCAR

Comissão organizadora

APAJU – Associação dos Engenheiros Agrônomos de Ijuí

Giandrei Basso

APROMILHO – Associação dos Produtores de Milho do Rio Grande do Sul

Cláudio Luiz de Jesus

Antenor José Vione

COTRIJUÍ – Cooperativa Regional Triticola Serrana Ltda

Marcos Daniel Kirst

Emater/RS – ASCAR – Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural / Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural

Antônio Altíssimo

Cleuza Brutti

Dulphe Pinheiro Machado Neto

Edio Arno Korb

Gládis Bresolin

Lauro Colle

Volnei Marin Righi

FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária

Lia Rosane Rodrigues

UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

Leonir Terezinha Uhde

Roberto Carbonera

Sandra Beatriz Vicenci Fernandes

Comitê Científico dos Eventos

Beatriz Marti Emygdio – CPACT/EMBRAPA
Giovani Theisen – CPACT/EMBRAPA
José Paulo Guadagnin – FEPAGRO
Leonir Terezinha Uhde – UNIJUÍ
Lia Rosane Rodrigues – FEPAGRO
Paulo Regis Ferreira da Silva – UFRGS
Roberto Carbonera – UNIJUÍ
Sandra Beatriz Vicenci Fernandes – UNIJUÍ

Entidades Participantes dos Eventos em 2011

APAJU – Associação dos Engenheiros Agrônomos de Ijuí
APROMILHO – Associação dos Produtores de Milho do Rio Grande do Sul
ASCAR/ EMATER /RS – Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural / Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural
COCEVVIL Comércio de Cereais Ltda
COTRIJUÍ – Cooperativa Regional Triticola Serrana Ltda
EMBRAPA CLIMA TEMPERADO – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
EMBRAPA TRIGO – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo
FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária RS
Fertilizantes Piratini Ltda
IFRS – Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Sertão
IMASA – Indústria de Máquinas Agrícolas Fuchs S/A
Prefeitura Municipal de Catuípe
Prefeitura Municipal de Ijuí
Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio
Secretaria do Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo
SYNGENTA
UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Superior Norte RS
UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

Revisores desta Edição do Livro de Indicações Técnicas

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa

André Dabdab Abichequer

Célio Alberto Colle

Dulphe Pinheiro Machado Neto

Elemar Antonino Cassol

Erlei Melo Reis

Giovani Theisen

Ibanor Anghinoni

José Paulo Guadagnin

Lia Rosane Rodrigues

Luis Sangói

Mauro Rizzardi

Paulo Regis Ferreira da Silva

Ricardo Trezzi Casa

Apresentação

A 56ª Reunião Técnica Anual do Milho (RTAM) e a 39ª Reunião Técnica Anual do Sorgo (RTAS) realizaram-se no período de 12 a 14 de julho de 2011, em Ijuí, RS, em promoção conjunta de APROMILHO, APAJU, EMATER/RS-ASCAR, COTRIJUÍ, FEPAGRO e UNIJUÍ com o tema “Produção com qualidade e sustentabilidade”.

A partir destes eventos, são elaborados dois documentos: “Atas e Resumos” e “Indicações Técnicas para o Cultivo do Milho e do Sorgo no Rio Grande do Sul”.

O documento de “Atas e Resumos” reúne a relação de entidades participantes, a programação do evento, a ata geral, as atas das comissões técnicas e os resumos dos trabalhos técnico-científicos apresentados. “Atas e Resumos” são disponibilizados em CD-R e *on line*.

O livro das Indicações Técnicas para o Cultivo do Milho e do Sorgo no Rio Grande do Sul – 2011/12 e 12/13 é impresso e distribuído pela Fepagro e pela Emater/RS-Ascar aos profissionais da cadeia produtiva destas duas expressivas culturas. Também é disponibilizado *on line*.

O livro de indicações técnicas é de autoria coletiva da reunião técnica, por isso, deve receber atualizações dos participantes do evento.

Na elaboração do livro de indicações técnicas, a preocupação crescente é a falta de tempo e ou de oportunidade para atualizações dos textos de indicações técnicas na forma como são previstas no regimento interno.

A necessidade de revisão criteriosa do texto tornou-se ainda maior desde que a edição do livro passou a ser bienal, nas 56ª e a 39ª edições das reuniões técnicas. Ou seja, apenas a cada dois anos, há possibilidade de atualização das indicações.

Por isso, para a atualização da presente edição, profissionais especialistas de cada área apresentaram-se para revisar o texto antecipadamente, de modo que fosse levado à reunião já com proposta de atualizações. Esta iniciativa partiu da comissão organizadora das reuniões de 2011, como estratégia para remover trechos desatualizados, inserir dados necessários e atualizar recomendações.

A participação de maior número de profissionais foi dificultada pelo tempo, à medida que a comissão organizadora mantém a decisão de disponibilizar o livro impresso antes do início da semeadura do milho e do sorgo no estado.

Pela restrição do prazo, dois capítulos de temas interessantes ao livro de indicações técnicas, um referente ao gerenciamento e custos da produção, outro referente à ensilagem de milho e sorgo, deverão integrar a edição 2013.

Não foi possível a participação de vários renomados profissionais nesta primeira experiência de revisão antecipada do livro de indicações técnicas, devido ao curto prazo proposto. Esta ausência é, desde já, compensada pelo convite antecipado, para que todos os colegas avaliem a presente edição de modo propositivo e registrem os itens em que ela deve ser ajustada.

Tal como proposto anteriormente, as indicações objetivam nortear os cultivos de milho e de sorgo no Estado, nas duas próximas safras. No entanto, não têm a pretensão de oferecer respostas definitivas. Cabe a cada produtor escolher e definir a melhor estratégia a ser adotada em sua propriedade.

Uma vez que a presente edição será bienal e abrangerá as safras 2011/2012 e 2012/2013, a atualização das tabelas do capítulo 4 – Cultivares, e outras informações que se fizerem necessárias, será feita em publicação adicional após a 57ª e a 40ª edições das Reuniões Técnicas Anuais de Milho e de Sorgo.

A comissão organizadora agradece a todos os profissionais que colaboraram para a atualização desta publicação e às entidades patrocinadoras, que permitiram a realização do evento e viabilizaram a obtenção deste livro na forma impressa.

Nossos agradecimentos a todos.

Antônio Altíssimo (Ascar/Emater/RS)
Dulphe Pinheiro Machado Neto (Ascar/Emater/RS)
Lia Rosane Rodrigues (Fepagro)
Paulo Regis Ferreira da Silva (UFRGS)

Integrantes da comissão organizadora da 56ª Reunião Técnica Anual de Milho e 39ª Reunião
Técnica Anual de Sorgo

Sumário

1. IMPORTÂNCIA DO MILHO E DO SORGO.....	15
1.1 Cultura do milho.....	15
1.1.1 Mundo.....	15
1.1.2 Brasil	17
1.1.3 Rio Grande do Sul	18
1.2 Cultura do sorgo	24
1.2.1 Mundo	24
1.2.2 Brasil	26
1.2.3 Rio Grande do Sul	27
2. DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS.....	28
2.1 Desenvolvimento da planta	28
2.1.1 Período vegetativo	28
2.1.1.1 Subperíodo semeadura-emergência.....	28
2.1.1.2 Subperíodo emergência-diferenciação dos primórdios florais.....	29
2.1.1.3 Subperíodo diferenciação dos primórdios florais-florescimento.....	30
2.1.2 Período reprodutivo	30
2.1.2.1 Subperíodo florescimento-polinização.....	30
2.1.2.2 Subperíodo polinização-maturação fisiológica.....	31
2.1.2.3 Subperíodo maturação fisiológica-maturação de colheita.....	31
2.2 Escala de estádios de desenvolvimento da planta de milho.....	32
2.3 Escala de estádios de desenvolvimento da planta de sorgo.....	33
2.4 Fenologia	34
2.5 Exigências climáticas	34
2.5.1 Radiação solar	35
2.5.2 Temperatura	35
2.5.3 Necessidades hídricas da planta	36
2.5.3.1 Consumo de água e coeficientes de cultura para milho.....	37
2.5.4 Manejo da irrigação	40
2.5.5 Cultivo de milho e sorgo em terras baixas.....	40
2.6 Zoneamento de riscos climáticos.....	42
2.6.1 Cultura do milho	42
2.6.1.1 Tipos de solos aptos para semeadura.....	43

2.6.1.2	Períodos de semeadura nos 36 decêndios do ano.....	43
2.6.1.3	Municípios e períodos favoráveis de semeadura.....	43
2.6.2.	Cultura do sorgo.....	44
2.6.2.1	Tipos de solos aptos ao cultivo.....	44
2.6.2.2	Períodos de semeadura nos 36 decêndios do ano.....	45
2.6.2.3	Municípios e períodos indicados para semeadura.....	45
3.	MANEJO DO SOLO, ADUBAÇÃO E CALAGEM.....	46
3.1	Manejo conservacionista do solo.....	46
3.1.1	Rotação de culturas.....	46
3.1.2	Mobilização mínima do solo.....	46
3.1.3	Cobertura permanente do solo.....	47
3.1.4	Processo colher-semear.....	47
3.1.5	Práticas mecânicas conservacionistas.....	47
3.2	Adubação e calagem.....	47
3.2.1	Amostragem de solo.....	47
3.2.2	Calagem.....	48
3.2.2.1	Cálculo da quantidade de calcário a aplicar.....	48
3.2.2.2	Calagem em áreas manejadas sob sistema plantio direto.....	48
3.2.2.3	Calagem em solo sob preparo convencional.....	49
3.2.2.4	Calcário na linha.....	51
3.2.3	Adubação.....	51
3.2.3.1	Nitrogênio para milho.....	51
3.2.3.2	Nitrogênio para milho pipoca.....	53
3.2.3.3	Nitrogênio para sorgo.....	53
3.2.3.4	Fósforo e potássio.....	54
3.2.3.4.1	Fontes de fósforo e de potássio.....	56
3.2.5	Fertilizantes orgânicos.....	56
3.2.6	Fertilizantes organo-minerais.....	56
3.2.7	Fertilizantes foliares.....	57
3.2.8	Micronutrientes.....	57
3.2.9	Enxofre e gesso agrícola.....	57
3.2.10	Relação Ca/Mg do solo.....	57
4.	CULTIVARES.....	58
4.1	Cultivares de milho.....	58
4.1.1	Critérios de escolha de cultivares.....	58
4.1.1.1	Nível de tecnologia a ser adotado.....	59

4.1.1.2 Região de cultivo, época de semeadura e sistemas de rotação e sucessão de culturas.....	59
4.1.1.3 Objetivo da produção.....	60
4.2 Cultivares de sorgo.....	72
4.2.1 Sorgo granífero.....	72
4.2.2 Sorgo corte-pastejo.....	74
4.2.3 Sorgo silageiro e sacarino.....	76
5. ESTABELECIMENTO DA LAVOURA	78
5.1 Época de semeadura.....	78
5.1.1 Fatores determinantes da escolha.....	78
5.1.2 Efeitos sobre as características da planta.....	79
5.2 Semeadura.....	80
5.2.1 Qualidade, classificação e tratamento de sementes.....	80
5.2.2 Arranjo de plantas.....	81
5.2.2.1 Densidade de plantas.....	81
5.2.2.2 Espaçamento entrelinhas.....	85
5.2.2.3 Distribuição de plantas na linha e variabilidade entre plantas.....	87
5.2.3 Profundidade de semeadura.....	87
5.2.4 Equipamentos para semeadura.....	87
6. MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS.....	89
6.1 Interferência de plantas daninhas em milho e sorgo.....	89
6.2 Prevenção de infestações.....	90
6.3 Métodos de manejo e controle.....	90
6.3.1 Manejo cultural.....	90
6.3.2 Controle mecânico.....	92
6.3.3 Controle químico.....	93
7. MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS.....	101
7.1 Principais doenças da cultura do milho principais medidas de controle.....	101
7.1.1 Resistência genética.....	101
7.1.2 Rotação de culturas.....	102
7.1.3 Sucessão de culturas.....	102
7.1.4 Uso de sementes sadias.....	102
7.1.5 Tratamento de sementes com fungicidas.....	103
7.1.6 Eliminação de hospedeiros secundários e de plantas voluntárias.....	103
7.1.7 Balanço adequado de adubação química.....	104

7.1.8 População de plantas.....	104
7.1.9 Manejo da irrigação.....	104
7.1.10 Aplicação de fungicidas na parte aérea.....	104
7.1.11 Controle de fungos de armazenamento.....	105
7.2 Principais doenças da cultura do sorgo.....	105
7.2.1 Medidas gerais de controle de doenças.....	105
7.2.2 Resistência genética a doenças na cultura de sorgo.....	106
8. MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS.....	113
8.1 Introdução.....	113
8.2. Pragas de lavoura.....	113
8.2.1 Pragas de sementes, raízes e partes subterrâneas de plântulas.....	113
8.2.2 Pragas de colmos e da base de plântulas.....	113
8.2.3 Pragas de folhas de plântulas e de plantas adultas.....	114
8.2.4 Pragas de espigas e panículas.....	115
8.3 Pragas de grãos armazenados.....	115
8.4 Manejo e controle.....	116
8.4.1 Pragas de lavoura.....	116
8.4.2 Pragas de grãos armazenados.....	118
8.5 Área de refúgio para semeadura de cultivares transgênicas de milho.....	119
8.5.1 Recomendações para a semeadura da área de refúgio.....	119
8.5.2 Norma de coexistência.....	119
9. ROTAÇÃO E SUCESSÃO DE CULTURAS.....	135
9.1 Vantagens e limitações do uso de espécies de cobertura de solo em cultivos isolados como culturas antecessoras ao milho.....	136
9.2 Sistemas consorciados de espécies de cobertura de solo no inverno antecedendo o cultivo de milho.....	138
9.3 Estratégias para reduzir os efeitos prejudiciais de espécies poáceas como cobertura de solo no inverno no milho em sucessão.....	138
9.4 Estratégias para maior benefício do uso de espécies leguminosas e brassicáceas como coberturas de solo no inverno para o milho em sucessão.....	139
9.5 Uso de espécies de cobertura de solo no inverno como critério para recomendação de adubação nitrogenada no milho em sucessão.....	139
10. LITERATURA CITADA.....	140

1. IMPORTÂNCIA DAS CULTURAS DE MILHO E SORGO

1.1 Cultura do milho

A produção de milho representa mais de 30% do total de grãos produzidos, sendo de destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizado para fabricação dos mais diversos produtos como medicamentos e colas.

O consumo mundial de milho vem crescendo (Tabela 1.1) em decorrência do aumento do consumo per capita de carnes, principalmente de frangos.

Com intuito de contextualizar a situação da cultura de milho, são apresentadas, a seguir, tabelas e figuras contendo informações de produção e dados econômicos dessa cultura no mundo, no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul.

1.1.1 Mundo

Em ordem decrescente, os maiores volumes de produção de grãos são de trigo, milho, arroz, sorgo e soja.

Atualmente, os maiores produtores mundiais de milho são os Estados Unidos, com, aproximadamente, 38,5% do total (safra 2010/11), a China, o Brasil, a Comunidade Econômica Européia, o México e a Argentina (Tabela 1.2).

Segundo estimativa da USDA para 2011, os principais países exportadores de milho são os Estados Unidos, com 53,2%, e a Argentina com 16,0%. Destaca-se o aumento da participação da Argentina nas exportações mundiais, de menos de três milhões de toneladas no início da década de 1990 para mais de 14,0 milhões de toneladas em 2011. Os maiores importadores são o Japão, com 17,7%, México e Coréia do Sul, com 8,0% cada.

Segundo MAPA (2007), o maior aumento no consumo de milho ocorreu nos Estados Unidos, destinado principalmente à produção de álcool, e na China, com o crescimento do rebanho bovino de leite, que passou de 1,29 milhões de cabeças em 1990 para 11,02 milhões de cabeças em 2005.

Desde a safra 2003/04, a produção mundial de milho cresceu em torno de 39%, atendendo o aumento do consumo, que foi em torno de 35%. Mesmo assim, os estoques mundiais se encontram em torno de 13,8%, suficientes apenas para suprir a demanda mundial por menos de dois meses. Apesar da maior produção em relação ao consumo neste período, houve maior consumo que produção nos últimos três anos, conforme 1.1.

Tabela 1.1 Evolução da produção, consumo, exportação e estoque final de milho no mundo, 2003/04-2011/12 (em milhões de t).

Ano	Produção	Consumo	Exportação	Estoque final	Relação Es- toque Final / Consumo
2003/04	623,04	644,43	77,34	103,69	16,09%
2004/05	712,21	685,06	78,17	130,61	19,07%
2005/06	696,30	703,98	80,93	123,74	17,58%
2006/07	711,05	726,98	93,80	108,74	14,96%
2007/08	792,44	771,95	98,56	129,86	16,82%
2008/09	798,41	781,95	84,48	147,82	18,90%
2009/10	812,98	816,77	97,00	143,45	17,56%
2010/11 ¹	820,62	846,63	90,64	117,44	13,87%
2011/12 ²	866,18	871,74	93,20	111,89	12,84%

Fonte: USDA (www.fas.usda.gov/psd), junho 2011. Notas: ¹ Estimativa; ² Projeção em junho 2010.

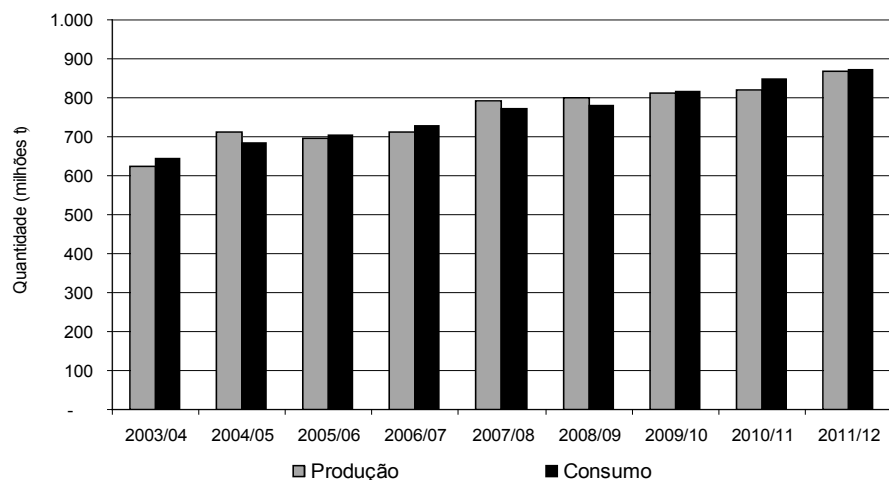


Figura 1.1 Produção e consumo de milho pela população mundial entre 2003/04 e 2011/12 (milhões de toneladas).

Fonte: USDA.

Tabela 1.2 Percentual de participação na produção e no consumo total pelos principais países ou regiões produtoras e consumidoras de milho, safra 2010/2011.

Principais produtores		Principais consumidores	
País/Região	%	País/Região	%
Estados Unidos	38,53	Estados Unidos	34,65
China	21,08	China	20,32
Brasil	6,70	Brasil	5,76
União Européia	6,76	União Européia	7,28
México	2,62	México	3,46
Argentina	2,68	Canadá	1,31
África do Sul	1,46	Japão	1,91
Produção (em milhões t)	820,62		846,63

Fonte: USDA (www.fas.usda.gov/psd), junho de 2011.

O milho continua sendo o maior ingrediente para produção de ração. Outro aspecto a ser destacado é o crescimento no consumo de milho na América do Norte, mais especificamente nos Estados Unidos, e no leste da Ásia com a expansão da demanda na China. O cenário também indica redução nas exportações dos Estados Unidos e expansão nas exportações da Argentina e do Brasil.

1.1.2 Brasil

A produção de milho no Brasil, no período entre 2004 e 2011, teve um crescimento anual de 4,7%, enquanto que o consumo cresceu 2,8% no mesmo período. Essa relação elevou os estoques finais, alcançando 24,0% (Tabela 1.3).

Tabela 1.3 Evolução de produção, consumo, importação, exportação e estoque final de milho no Brasil, no período 2003/04 a 2010/11 (em mil t).

Safra	Es- toque Inicial	Produ- ção	Impor- tação	Supri- mento	Con- sumo	Expor- tação	Es- toque Final	Relação Estoque Final / Consu- mo (%)
03/04	8.554	42.129	331	51.013	39.180	5.031	7.802	19,9
04/05	7.802	35.007	597	43.405	39.200	1.070	3.135	8,0
05/06	3.135	42.515	956	46.606	39.830	3.938	2.839	7,1
06/07	2.839	51.370	1.096	55.304	41.830	10.934	2.541	6,1
07/08	2.541	58.652	808	62.001	44.288	640	11.313	25,5
08/09	11.313	51.004	1.133	63.450	45.279	7.765	10.405	23,0
09/10	10.405	56.018	459	66.883	46.200	10.793	9.890	21,4
10/11	9.890	56.007	400	66.296	47.000	8.000	11.296	24,0

Fonte: Conab.

A elevação da produção é reflexo dos ganhos em produtividade, visto que a expansão da área com a cultura do milho entre 1990 e 2011 foi de apenas 11,1%, enquanto que a produtividade teve uma evolução de 143,3%. Fonte: IBGE - Levantamento: abril/2011.

Segundo o IBGE, a área cultivada com milho no Brasil deverá atingir 13,36 milhões de hectares em 2011. O Estado do Paraná ocupa a maior área, em torno de 18,1%, seguido pelo Mato Grosso, com 14,3%, Minas Gerais, 8,8% e Rio Grande do Sul, com 8,2% da área cultivada. Dessa área, 43,1% corresponde à segunda safra e/ou safrinha. No Paraná, a segunda safra ocupa 68,7% da área total, no Mato Grosso 96,4% e, no Mato Grosso do Sul, 95,2% da área de milho.

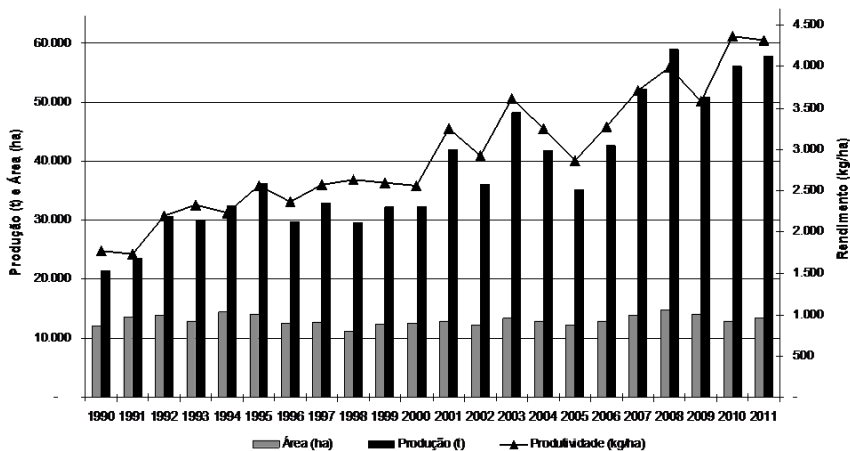


Figura 1.2 Evolução da área, produção e produtividade de milho no Brasil entre 1990 e 2011.

Fonte: IBGE.

A cadeia produtiva do milho vem passando por uma reestruturação, com ampliação do uso das tecnologias e com mudança na demanda de grãos pelas indústrias integradoras de aves e suínos. Esse cenário apontou para uma redução na armazenagem dentro da propriedade, além de um aumento na produção na Região Centro-Oeste.

1.1.3 Rio Grande do Sul

A cultura do milho para o Rio Grande do Sul apresenta significativa importância sócio-econômica, ocupando aproximadamente 20% do total das áreas semeadas com cultivos de primavera-verão.

Segundo Censo Agropecuário de 2006, o milho estava presente em 251.215 estabelecimentos rurais naquele ano e, destes, 90,1% são provenientes de agricultores familiares e 9,9% não familiares. Esse percentual mostra que 59,7% das unidades de produção familiares cultivam milho, ou para consumo na propriedade ou para o mercado, enquanto que nas unidades não familiares 39,6% produzem o cereal.

A área cultivada com milho no Rio Grande do Sul teve uma grande retração. Em 1992, a área ocupada atingiu mais de dois milhões de hectares, com produção de 5,5 milhões de toneladas, resultando em uma produtividade de 2.753 kg/ha. Em 2011, a área cultivada foi de 1,1 milhões de hectares para uma produção de 5,4 milhões de toneladas, resultando em uma produtividade de 4.912 kg/ha. Ao se comparar essas duas safras, observa-se redução de 45,3% na área cultivada e aumento de 78,4% na produtividade.

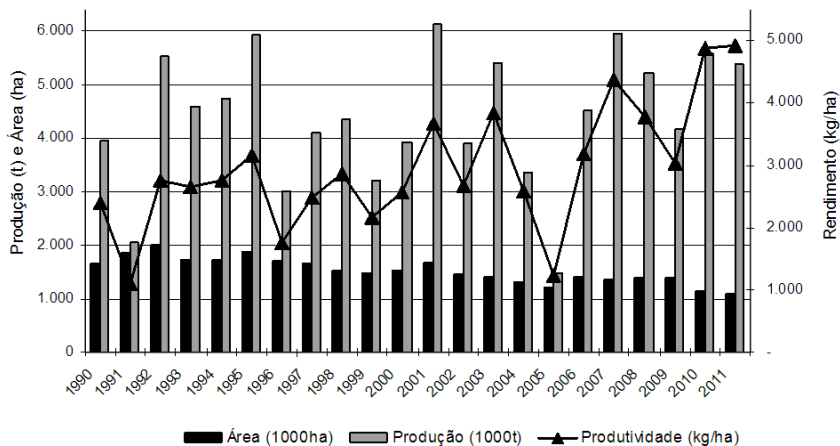


Figura 1.3 Evolução da área, produção e produtividade de milho no Rio Grande do Sul entre 1990 e 2011.

Fonte: IBGE.

Levantamento anual do acompanhamento da safra 2010/11 realizado pela Emater/RS-Ascar¹ aponta que as principais regiões produtoras¹, em área, são Passo Fundo, Santa Rosa, Caxias do Sul, Santa Maria e Erechim (Tabela 1.4). No último ano, os destaques em produtividade foram Passo Fundo, Erechim e Caxias do Sul (que compreende os municípios dos Campos de Cima da Serra), todos com produtividade média acima de 6.200 kg/ha. A maior produtividade média obtida nesta safra em relação a todas as anteriores deve-se à regularidade de distribuição das precipitações pluviais nestas regiões, nas épocas de maior demanda da cultura.

Tabela 1.4 Área, produção e produtividade média de milho no RS, por região administrativa da Emater-RS/Ascar, safra 2010/11.

Região	Área (mil ha)	Produção (mil t)	Produtividade (kg/ha)
Bagé	29,3	57,0	1.950
Caxias do Sul	137,0	865,0	6.313
Erechim	123,7	798,0	6.451
Estrela	120,9	555,8	4.597
Ijuí	85,5	502,9	5.879
Passo Fundo	189,1	1.273,0	6.733
Pelotas	75,7	174,0	2.297
Porto Alegre	44,7	131,9	2.953
Santa Maria	124,2	453,2	3.648
Santa Rosa	164,7	680,7	4.134
Total	1.094,8	5.491,6	5.016

Fonte: Emater/RS-Ascar. Acompanhamento de Safra – 2010/2011.

¹ A Emater/RS-Ascar é dividida em 10 regiões administrativas.

No RS, a cultura do milho é típica da pequena propriedade rural, visto que 90,5% dos estabelecimentos que cultivaram milho no ano de 2006 possuem menos de 50 hectares (Tabela 1.5). Esses estabelecimentos foram responsáveis por 67,9% da área total cultivada e por 62,7% da produção. Se for ampliada essa análise para o extrato de propriedades de até 100 ha, 95,6% dos estabelecimentos rurais cultivaram 76,3% da área, resultando em 71,4% do volume da produção.

Informações do Censo Agropecuário apontam que, em 2006, em torno de 35,6% da produção não foi comercializada. Esse percentual significa mais de 1,8 milhões de toneladas que foi transformada dentro da propriedade em carne, ovos e leite. A elevada retenção dentro da propriedade, apesar das mudanças na cadeia produtiva do milho com o aumento da produção de carnes pela integração, resulta provavelmente da elevação do volume de milho destinado à produção de leite pelo uso de silagem.

O custo de produção total do milho na safra 2010/11, segundo FECOAGRO, foi de R\$ 19,10 por sacco de 60 kg (Tabela 1.6), utilizando um nível tecnologia para expectativa de produção de 5.100 kg/ha (85 sc/ha). Essa produtividade é superior à média do Estado para a safra 2010/11 de 4.821 kg/ha, mas inferior à produtividade nas regiões administrativas da Emater/RS de Caxias do Sul, Erechim e Passo Fundo (Tabela 1.5). Neste ano, o custo operacional atingiu R\$ 12,26 por sacco.

Tabela 1.5 Número de estabelecimentos, área e produção de milho no RS por extrato de área, 2006.

Extrato de área	Estabelecimentos		Área		Produção	
	número	%	ha	%	t	%
Maior de 0 e menos de 5	40.934	16,3	80.885	6,4	327.912	6,3
De 5 a menos de 10	50.340	20,0	157.542	12,4	587.746	11,2
De 10 a menos de 20	75.066	29,9	297.636	23,4	1.099.321	21,0
De 20 a menos de 50	60.985	24,3	327.859	25,8	1.265.299	24,2
De 50 a menos de 100	12.902	5,1	107.611	8,5	459.204	8,8
De 100 a menos de 200	4.661	1,9	66.379	5,2	295.061	5,6
De 200 a menos de 500	2.886	1,1	85.151	6,7	414.711	7,9
De 500 a menos de 1 000	1.016	0,4	69.022	5,4	361.419	6,9
De 1 000 a menos de 2 500	459	0,2	60.038	4,7	311.415	5,9
De 2 500 e mais	66	0,0	17.406	1,4	106.006	2,0
Produtor sem área	1.900	0,8	3.045	0,2	6.217	0,1
Total	251 215	100,0	1 272 574	100,0	5 234 311	100,0

Fonte: Censo Agropecuário 2006.

Tabela 1.6 Custo de produção da cultura do milho, em sistema plantio direto, com expectativa de 5.100 kg/ha de produtividade, safra 2010/11.

ITENS	Custo (R\$/ha)	Participação (%)	Valor Unitário (R\$)
1. CUSTO OPERACIONAL			
a) Máquinas e implementos	166,25	10,27	1,95
Combustível	92,58	5,72	1,09
Lubrificantes	8,05	0,50	0,09
Filtros	6,13	0,38	0,07
Conservação e reparos	59,49	3,67	0,70
b) Mão-de-obra	158,54	9,79	1,87
Própria	-	0,00	0,00
Contratada	158,54	9,79	1,87
c) Insumos	585,68	36,16	6,90
Fertilizantes de base	210,00	12,96	2,47
Fertilizante de cobertura	73,95	4,57	0,87
Sementes	197,40	12,19	2,32
Defensivo: herbicida	46,45	2,87	0,55
Defensivo: inseticida	49,80	3,07	0,59
Defensivo: formicida	8,08	0,50	0,10
d) Transporte interno	97,44	5,99	1,15
Insumos	4,22	0,26	0,05
Produção	93,22	5,73	1,10
e) Beneficiamento	32,74	2,02	0,39
SUBTOTAL (1)	1.040,65	64,23	12,26
2. CUSTOS FIXOS			
a) Construções e instalações	46,08	2,85	0,55
Depreciação	26,03	1,61	0,31
Conservação e reparos	18,56	1,15	0,22
Consumo	1,49	0,09	0,02
b) Máquinas e implementos	225,65	13,94	2,66
Depreciação	164,00	10,13	1,93
Remuneração do capital	61,65	3,81	0,73
c) Insumos modernos	36,95	2,28	0,43
Calcário	36,95	2,28	0,43
SUBTOTAL (2)	308,68	19,07	3,64
3. TERRA			
Remuneração do fator	184,90	11,41	2,18
Imposto Territorial Rural	3,08	0,19	0,04
SUBTOTAL (3)	187,98	11,60	2,22
4. CUSTO DO FINANCIAMENTO			
Juros	34,44	2,13	0,41
Proagro	27,69	1,71	0,33
Assistência técnica	20,34	1,26	0,24
SUBTOTAL (4)	82,47	5,10	0,98
TOTAL (1+2+3+4)	1.619,78	100,00	19,10

Fonte: Fecoagro

Os preços médios recebidos pelos produtores de milho, segundo Emater/RS-Ascar, tiveram uma evolução positiva a partir de setembro de 2010, atingindo uma média de R\$ 23,56 no ano de 2011 (Tabela 1.7). Realizando uma análise entre o período de semeadura e colheita (setembro 2010 e maio 2011), a média dos preços recebidos pelos produtores no RS foi de R\$ 22,75 por saca. Com essa média de preços e, considerando aqueles produtores onde o custo de produção corresponde aos da FECOAGRO, obtém-se uma margem bruta de 46,06% (R\$ 10,48 por saca) e uma margem líquida de 19,4% (R\$ 3,69 por saca). Mesmo considerando os preços históricos apurados pela Emater/RS-Ascar, entre 2006 e 2010, que correspondeu a R\$ 20,50 por saca, as margens, tanto bruta como líquida, ainda seriam positivas.

Tabela 1.7. Preços médios mensais (R\$ / saco) recebidos pelos produtores no Rio Grande do Sul entre janeiro de 2004 e maio de 2011.

Meses	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
jan	25,78	23,99	21,23	21,94	28,84	23,24	19,11	23,04
fev	25,83	24,59	19,82	22,06	27,63	23,14	17,19	23,15
mar	26,24	25,46	17,78	22,32	28,11	19,42	16,94	23,65
abr	30,72	25,91	15,55	21,40	28,18	19,34	16,66	24,38
mai	32,14	25,98	16,15	21,34	28,51	20,50	16,44	25,02
jun	30,19	25,43	17,62	21,23	27,30	21,40	16,77	-
jul	27,65	25,28	17,68	21,15	28,56	20,28	16,94	-
ago	25,86	25,48	17,63	21,31	25,30	19,82	17,34	-
set	25,97	25,58	17,99	25,46	24,79	19,33	19,22	-
out	24,76	24,33	18,87	26,71	23,50	19,22	20,89	-
nov	23,84	23,69	21,86	27,48	21,51	19,99	22,45	-
dez	23,19	22,30	22,56	30,61	21,83	19,51	23,02	-
Média	26,85	24,84	18,73	23,58	26,17	20,43	18,58	23,85

Fonte: Emater/RS-Ascar. Preços corrigidos pelo IGP-DI abril/2011.

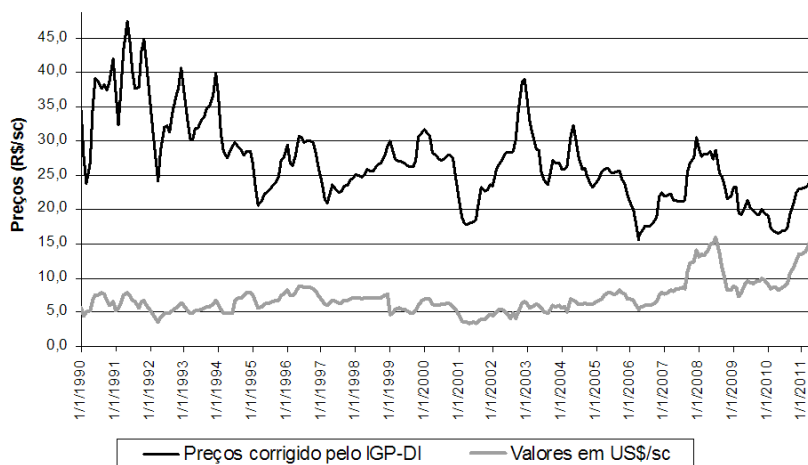


Figura 1.4 Variação dos preços recebidos por saco de milho no RS entre 1990 e 2011.
Fonte: Emater/RS-Ascar.

1.2 Cultura do sorgo

O sorgo é cultivado em áreas e condições ambientais muito secas e/ou quentes. Vem sendo cultivado em latitudes de até 45° Norte e 45° Sul, e isso só foi possível graças aos trabalhos de melhoramento de plantas adaptadas para zonas fora da zona tropical.

Com intuito de contextualizar a situação da cultura de sorgo, são apresentadas, a seguir, tabelas e figuras contendo informações de estatísticas de produção e dados econômicos da cultura no mundo, no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul.

1.2.1 Mundo

A produção deverá atingir mais de 65,2 milhões de toneladas, na safra 2011/12. Os maiores produtores mundiais são: Estados Unidos, Índia, México, Nigéria, Sudão, Austrália, Brasil e Argentina (Tabela 1.9).

Tabela 1.8 Evolução da produção, consumo total, consumo per capita e estoque final de sorgo no mundo no período de 2003/04 a 2010/11 (em mil t).

Ano	Produção	Consumo	Consumo per capita ¹	Estoque final	Relação Est. Final / Consumo
2003/04	60,43	59,34	9,31	5,17	8,71%
2004/05	58,80	58,80	9,12	5,04	8,57%
2005/06	59,65	59,30	9,07	5,00	8,43%
2006/07	57,55	58,40	8,76	4,20	7,19%
2007/08	66,45	64,50	9,71	5,60	8,68%
2008/09	64,72	64,40	9,55	6,10	9,47%
2009/10	59,30	61,60	9,07	3,70	6,01%
2010/11 ¹	65,20	64,40	9,09	4,60	7,14%

Fonte: USDA (www.fas.usda.gov/psd). Notas: ¹ Estimativa; * kg/habitante/ano.

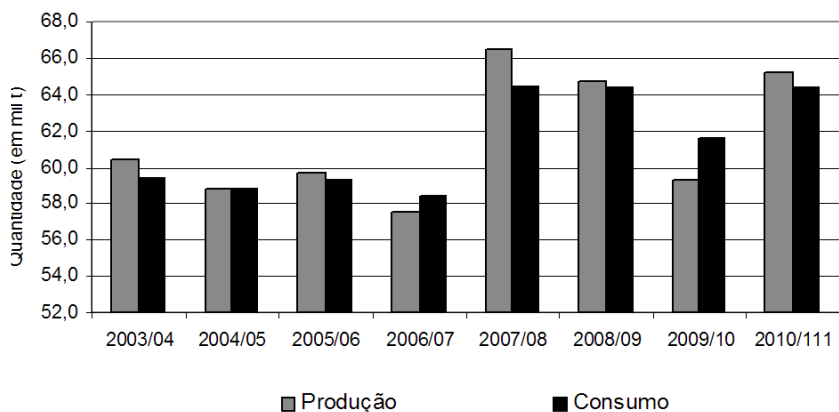


Figura 1.5 Evolução da produção e do consumo de sorgo no mundo entre 2003/04 e 2010/11 (mil toneladas).
Fonte: USDA

Tabela 1.9 Principais regiões produtoras e consumidoras de sorgo no mundo, safra 2008/2009.

Principais produtoras		Principais consumidoras	
Região	%	Região	%
África Subsahariana	40,02	África Subsahariana	40,49
América do Norte	29,55	América do Norte	27,47
Sul da Ásia	11,93	Sul da Ásia	11,71
América do Sul	7,48	Leste da Ásia	5,31
Oceania	3,88	Oceania	2,56
Leste da Ásia	2,94	União Européia	1,75
Norte da África	1,48	Norte da África	1,46
União Européia	0,88	Oriente Médio	1,16
Total em mil toneladas	61,92		62,75

Fonte: USDA (www.fas.usda.gov/psd), agosto de 2009.

1.2.2 Brasil

O sorgo foi introduzido no Brasil no início do século XX (Duarte, 2010), mas desde então nunca se firmou como uma cultura com características comerciais marcantes. Por ser identificado como substituto do milho em vários usos, houve limitações à sua aceitação por produtores e consumidores.

O sorgo também apresenta dificuldades na comercialização e no armazenamento, tornando-se um produto marginal. Isso faz com que os produtores interessados em produzi-lo possuam algum vínculo com a indústria de rações.

Apesar disso, entre os anos de 2000 e 2011, a área cultivada aumentou 20,9%, enquanto que a produção cresceu 115,4%, neste período.

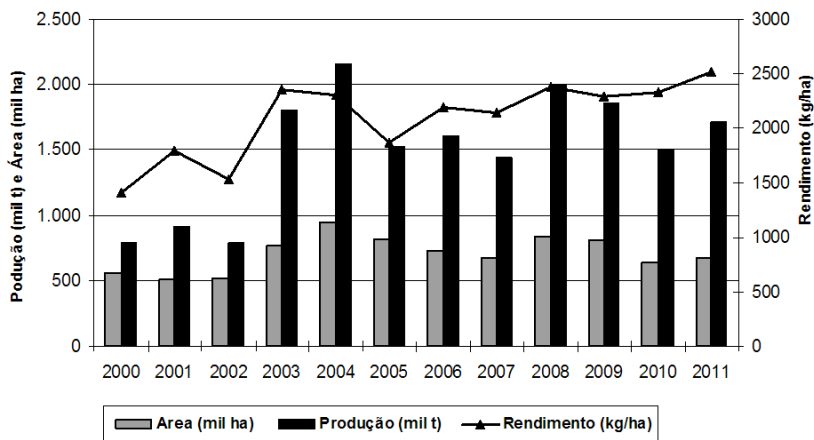


Figura 1.6 Evolução da área, produção e produtividade média do sorgo no Brasil entre 2000 e 2011.

Fonte: IBGE - * Levantamento: abril/2011.

Na safra 2010/11, o Estado de Goiás foi o maior produtor nacional, contribuindo com 43,7% da produção brasileira.

Tabela 1.10 Área e produção de sorgo granífero dos principais estados produtores do Brasil, safra 2010/11.

Estados	Área (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg/ha)
Goiás	281.300	790.200	2809
Bahia	119.000	187.400	1575
Minas Gerais	97.300	280.600	2884
Mato Grosso	87.100	165.500	1900
Mato Grosso do Sul	48.000	120.000	2500
São Paulo	30.100	95.100	3159
Tocantins	18.400	33.200	1804
Rio Grande do Sul	17.700	44.700	2525
Outros	31.200	90.700	2907
Total	730.100	1.807.400	2476

Fonte: CONAB – Levantamento: junho/2011.

1.2.3 Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul, no ano de 2011, deverá colher 49,1 toneladas de sorgo, representando apenas 2,7% da produção brasileira. Essa produção representa 33,7% da produção de 2001, ano em que o Rio Grande do Sul foi responsável por 16% da produção nacional (Figura 1.7).

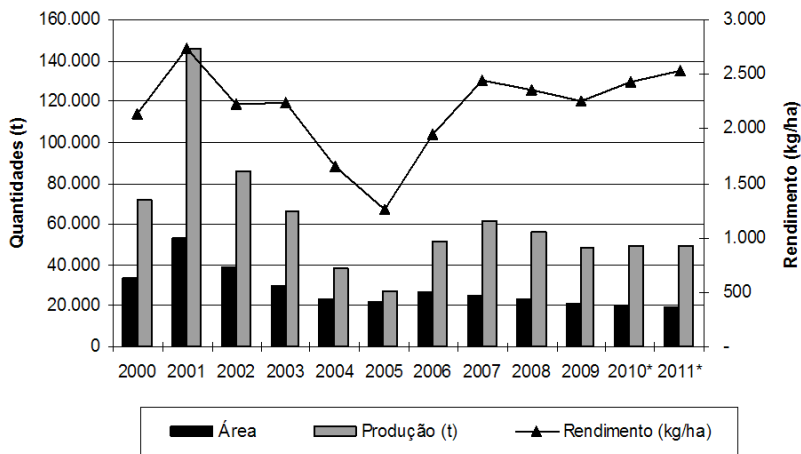


Figura 1.7. Evolução da área, produção e rendimento médio do sorgo no Rio Grande do Sul entre 2000 e 2011.

Fonte: IBGE - * Levantamento: abril/2011.

2. DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

As plantas de milho e sorgo utilizam como matéria-prima água e nutrientes extraídos do solo e dióxido de carbono e oxigênio, provenientes da atmosfera. Pelo processo de fotossíntese e, em presença de radiação solar, esta matéria-prima é convertida em massa seca. A quantidade de massa seca produzida em cada estágio de desenvolvimento da planta é função do tamanho e da eficiência do aparato fotossintético. A dimensão do aparato fotossintético depende do potencial genético da espécie ou da cultivar que, por sua vez, interage com o ambiente e com as práticas de manejo.

Embora a natureza seja responsável pela maior parte da variação do efeito do ambiente sobre o desenvolvimento da planta e o rendimento de grãos, o produtor de milho e/ou sorgo pode manipular o ambiente pela adoção de práticas de manejo adequadas. Dentre estas práticas, destacam-se: escolha correta da época de semeadura e do arranjo de plantas, fertilização do solo, irrigação e controle de plantas daninhas, moléstias e insetos.

No entanto, independente da situação específica, o produtor precisa compreender como as plantas de milho e de sorgo crescem e se desenvolvem. Este conhecimento é importante para a tomada de decisão do uso mais adequado de práticas de manejo, que culminem na obtenção de altos rendimentos de grãos, com reflexos sobre o lucro obtido. Os objetivos deste capítulo são analisar os principais processos fisiológicos associados aos estágios de desenvolvimento da planta e as suas relações com as decisões de manejo e discutir os principais fatores que afetam a fenologia destas espécies.

2.1 Desenvolvimento da planta

Neste subitem e em todo o texto das recomendações serão utilizadas as escalas de desenvolvimento propostas por Ritchie et al. (1993) para o milho e por Vanderlip e Reeves (1972) para o sorgo.

O milho (*Zea mays*) e o sorgo (*Sorghum bicolor*) são espécies anuais da família das poáceas, pertencentes ao grupo de plantas com metabolismo C_4 e com ampla adaptação a diferentes ambientes. Botanicamente, o grão dessas espécies é um fruto, denominado cariopse, em que o pericarpo está fundido com o tegumento da semente propriamente dito.

O ciclo de desenvolvimento das plantas de milho e de sorgo compreende dois períodos: vegetativo e reprodutivo. Didaticamente, cada um destes períodos é dividido em três subperíodos, relacionados a seguir.

2.1.1 Período vegetativo

Compreende três subperíodos: semeadura-emergência, emergência-diferenciação dos primórdios florais e diferenciação dos primórdios florais-florescimento.

2.1.1.1 Subperíodo semeadura-emergência

O período vegetativo se inicia com os processos de germinação da semente e emergência da plântula. A emergência das plântulas ocorre devido ao alongamento da estrutura situada entre a semente e o primeiro nó, denominada mesocótilo. Se a disponibilidade hídrica no solo não for fator limitante, a capacidade de crescimento do mesocótilo depende da temperatura do solo. Na semeadura de final de inverno (agosto, setembro), o crescimento dessa estrutura é menor e, portanto, a profundidade de semeadura recomendada deve ser menor. Nesse sentido, sorgo exige maior temperatura de solo para germinação e emergência em relação a de milho. O crescimento do mesocótilo do sorgo é muito lento sob temperatura de solo baixa, devendo-se retardar o início da sua época de semeadura em relação a de milho. Nas semeaduras realizadas a partir de outubro, a profundidade de semeadura deve ser maior que na mais precoce, para que

as sementes tenham melhores condições de absorção de água, já que, sob temperatura de solo mais elevada, o mesocótilo tem maior capacidade de alongamento.

No período de 10 a 14 dias após a emergência, as plântulas se mantêm às expensas das reservas acumuladas nos grãos. As raízes seminais, que são originárias da semente, são as responsáveis pela sustentação da plântula durante a etapa inicial. Esse sistema radicular é temporário, iniciando a sua degeneração logo após o surgimento das primeiras raízes adventícias que surgem dos nós do colmo, abaixo da superfície do solo. Este segundo sistema radicular passa a constituir-se no principal mecanismo de extração de água e de nutrientes do solo e de fixação da planta ao solo durante todo o ciclo de desenvolvimento.

Durante o subperíodo semeadura-emergência, o desenvolvimento das plantas de milho e sorgo pode ser limitado por deficiência hídrica, formação de crosta no solo como, por exemplo, nos solos de várzea com sistema de preparo convencional, colocação do adubo em contato com as sementes, ataque de pragas e moléstias e profundidade de semeadura inadequada. Todos esses fatores podem afetar o número de plantas por unidade de área, que é o primeiro componente do rendimento de grãos a ser definido.

2.1.1.2 Subperíodo emergência-diferenciação dos primórdios florais

Após o estabelecimento inicial, as plantas de milho e sorgo começam a desenvolver sua estrutura foliar, com as folhas surgindo de cada nó, em forma alternada. Após as primeiras quatro a cinco semanas de desenvolvimento, todas as folhas já estarão diferenciadas. O número total de folhas formado por planta é variável, dependendo principalmente da cultivar e da época de semeadura.

As folhas novas formam-se a partir de um ponto de crescimento situado na extremidade do colmo, posicionado abaixo do nível do solo, ao longo das três a quatro semanas iniciais. Quando a planta diferencia o número total de folhas, ocorre uma mudança rápida e brusca na função do ponto de crescimento. Esse se diferencia num minúsculo pendão (milho) ou panícula (sorgo). Isto ocorre no estádio em que a planta tem seis folhas (milho) e sete a dez folhas expandidas (sorgo) com colar visível.

Até à diferenciação do pendão (milho) e da panícula (sorgo), as plantas têm a capacidade de recuperar-se caso ocorra a morte de folhas devido à formação de geadas, uma vez que, na maioria das vezes, o ponto de crescimento não é afetado, por estar abaixo da superfície do solo. Dependendo da intensidade e da duração da geada, três a quatro dias após começa a haver emissão de novas folhas pelas plantas.

O subperíodo emergência-diferenciação do pendão (milho) ou emergência-diferenciação da panícula (sorgo) é considerado como o período crítico de competição dessas espécies com plantas daninhas. Neste intervalo, deve-se controlar as plantas daninhas para reduzir ao mínimo a competição por água e nutrientes com as culturas. Nesse sentido, é importante salientar que a planta de sorgo é mais sensível que a de milho à aplicação de herbicidas, havendo menos produtos recomendados para sorgo.

Outro aspecto diferencial entre as duas culturas durante este subperíodo é que a planta de sorgo tem a capacidade de emitir afilhos, cuja quantidade depende da cultivar, do número inicial de plantas por unidade de área e da fertilidade do solo, especialmente nitrogênio (N). Em milho, o afilhamento é muito raro, a não ser em situações muito específicas. O perfilhamento que ocorre em alguns híbridos, em determinadas situações, não reduz o rendimento de grãos e contribui para a sua estabilidade. O fato do sorgo afilhar e o milho não, confere ao sorgo resposta mais elástica à variação na densidade de plantas, ou seja, erros na regulação da semeadora são mais impactantes sobre o rendimento de grãos de milho do que sobre o de sorgo.

No milho, o início da diferenciação do primórdio da inflorescência feminina (espiga) ocorre sete a dez dias após a diferenciação do pendão, estando completa quando as plantas estão com 11-12 folhas expandidas. A partir da diferenciação do pendão (milho) ou da panícula (sorgo), os entre-nós do colmo começam a se alongar rapidamente e a planta cresce a taxas elevadas.

A diferenciação da espiga (milho) e da panícula (sorgo) são estádios críticos, uma vez que o número potencial de óvulos (futuramente grãos) nas inflorescências estão sendo definidos. É

importante que, por ocasião da diferenciação dessas estruturas, a disponibilidade de N para as plantas seja adequada. Para assegurar isto, é indicada a aplicação de adubação nitrogenada em cobertura no estádio em que as plantas estão com 6-7 folhas com colar visível.

Durante o subperíodo emergência-diferenciação dos primórdios florais podem ocorrer as seguintes limitações: deficiência hídrica ou de nutrientes, excesso hídrico, especialmente, em áreas com problemas de drenagem, competição com plantas daninhas, ataque de pragas e moléstias e possibilidade de formação de geadas em sementeiras até o final do inverno (agosto, setembro). Ao final deste subperíodo, o número final de plantas por unidade de área já está praticamente estabelecido e inicia-se a definição do número potencial de grãos por espiga (milho) ou por panícula (sorgo).

2.1.1.3 Subperíodo diferenciação dos primórdios florais-florescimento

Do início da diferenciação do pendão (milho) e da panícula (sorgo) até o florescimento, a planta normalmente requer de cinco a seis semanas. Este é um período em que a planta cresce rapidamente. As folhas realizam fotossíntese a taxas elevadas, as raízes absorvem elevada quantidade de água e nutrientes e as várias enzimas que controlam os processos metabólicos, estão funcionando com alta taxa de atividade.

Próximo ao pendoamento da cultura de milho, surgem as raízes braçais junto aos nós inferiores do colmo acima do solo, as quais penetram no solo. Até recentemente, supunha-se que sua única função era de servir de suporte à planta. No entanto, pesquisas recentes têm evidenciado que elas também podem absorver quantidades significativas de fósforo e de outros nutrientes da camada mais superficial do solo.

Os fatores que podem limitar o desenvolvimento das plantas durante o subperíodo da diferenciação dos primórdios florais-florescimento, são: deficiência hídrica ou de nutrientes, excesso hídrico e ataque de pragas e moléstias. Ao final deste subperíodo já está definido o número potencial de inflorescências por unidade de área e o número potencial de grãos por inflorescência. O número de óvulos que irá se transformar em grãos, depende das condições ambientais no subperíodo florescimento-polinização e no início do subperíodo de formação e enchimento de grãos.

2.1.2 Período reprodutivo

Compreende três subperíodos: florescimento-polinização, polinização-maturação fisiológica e maturação fisiológica-colheita.

2.1.2.1 Subperíodo florescimento-polinização

Em milho, a emissão do pendão ocorre de cinco a dez dias antes da emergência dos estigmas da espiga. Entretanto, a liberação do pólen só ocorre dois a três dias antes da emergência dos primeiros estigmas. A falta de pólen raramente é um problema na produção de milho, exceto sob condições de calor ou deficiência hídrica excessivos. Geralmente, o baixo número de grãos na espiga é causado por alguma interferência no desenvolvimento da inflorescência feminina ou na formação dos estigmas.

Na espiga de milho pode haver a formação de 700 a 1.000 óvulos, dispostos em número par de filas ao redor do sabugo. A formação dos grãos se inicia da base para o ápice da espiga. O milho é uma espécie de fecundação cruzada, ou seja, o pólen produzido por uma planta raramente fertiliza os estigmas da mesma planta. Sob condições de campo, 97% ou mais dos óvulos produzidos em uma espiga são fecundados pelo pólen de plantas adjacentes.

No milho, o espigamento é mais afetado por condições adversas (deficiência hídrica, densidade excessiva) que o pendoamento. Nesse caso, ocorre defasagem entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas, havendo redução do número de grãos formados na espiga. A planta de milho diferencia duas ou mais espigas mas, nas densidades de plantas mais comumente utilizadas, apenas uma se mantém, com as demais se degenerando. Em cultivares

prolíficas, há produção de mais de uma espiga por planta. Condições de baixa densidade de planta ou de elevada fertilidade do solo também conferem maior prolificidade às plantas de milho. Na cultura de sorgo, o florescimento começa no ápice da panícula e continua em direção à base. É uma espécie autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada.

O período situado entre duas a três semanas antes e duas a três semanas após o florescimento é o de maior exigência hídrica e o mais crítico à deficiência hídrica em ambas as culturas, especialmente no milho.

Por ocasião do florescimento, as plantas de milho e de sorgo atingem seu índice de área foliar máximo. Caso a disponibilidade hídrica no solo não seja fator limitante, maior produtividade é atingida com essas culturas quando se faz coincidir o estágio em que a planta está com máxima área foliar com os dias mais longos do ano (ao redor de 21 de dezembro), em que há maior incidência de radiação solar.

Durante o subperíodo florescimento-polinização as limitações que podem ocorrer são: deficiência hídrica ou de nutrientes, excesso hídrico e ataque de pragas e moléstias. Especificamente para milho, sob condições de estresse (hídrico ou uso de densidade excessiva de plantas) pode ocorrer defasagem entre pendoamento e espigamento, resultando em menor polinização. Neste subperíodo, está sendo definido o número de óvulos fertilizados por inflorescência.

2.1.2.2 Subperíodo polinização-maturação fisiológica

A duração do subperíodo polinização-maturação fisiológica é de, aproximadamente, 60 dias em milho e de 35 dias em sorgo. A deficiência hídrica ou nutricional durante este subperíodo reduz sua duração.

Logo após a formação, os grãos passam pelos estádios de grãos aquosos, grãos leitosos, grãos em massa mole e grãos em massa dura até atingirem a maturação fisiológica. Considera-se que o grão atinge a maturação fisiológica, quando está com o máximo acúmulo de massa seca. Esta condição pode ser visualizada pela formação de uma camada preta (chalaza) na região em que os grãos estão inseridos na espiga (milho) ou na panícula (sorgo). Todas as cultivares de milho e sorgo a apresentam. Teoricamente, essas culturas poderiam ser colhidas na maturação fisiológica, desde que fossem dadas condições para secagem imediata, uma vez que a umidade de grãos ainda é elevada, ao redor de 30%. Quando o consumo do grão for na forma de silagem de grão úmido, o ponto de colheita é na maturação fisiológica. Contudo, quando o grão for utilizado como matéria prima de ração, espera-se que a umidade diminua para 18 a 22% para proceder a colheita mecanizada.

Uma característica diferencial entre milho e sorgo por ocasião da maturação é que a planta de milho se apresenta com colmo e a maioria das folhas secas, enquanto que a de sorgo permanece verde. Isto permite que, após a colheita dos grãos, os colmos e as folhas da planta de sorgo possam ser utilizados para pastejo de animais, havendo a possibilidade, dependendo se a região de cultivo é mais quente, de se obter uma segunda produção de grãos (soca).

O desenvolvimento da planta de milho ou de sorgo no subperíodo polinização-maturação fisiológica pode ser limitado por: deficiência hídrica ou nutricional, excesso hídrico, ataque de pragas e moléstias e maior probabilidade de formação de geadas precoces, no caso de semeaduras do tarde (dezembro, janeiro). Durante esse subperíodo, estão sendo definidos dois componentes do rendimento de grãos: número de grãos por inflorescência e peso do grão.

2.1.2.3 Subperíodo maturação fisiológica-maturação de colheita

A duração desse subperíodo depende basicamente das condições meteorológicas vigentes durante este intervalo de tempo, passando os grãos somente por um processo físico de perda de umidade. Condições de temperatura do ar elevada e umidade relativa do ar baixa, especialmente se associadas à ocorrência de ventos, aceleram o processo de perda de umidade nos grãos. Após a maturação fisiológica, a planta pode levar de sete a 20 dias até atingir condições para ser colhida de forma mecanizada. Na semeadura do tarde (dezembro, janeiro), a duração deste

subperíodo é maior do que na realizada em setembro-outubro.

Na Tabela 2.1 estão relacionados os componentes do rendimento de grãos de milho e de sorgo, os fatores que os influenciam e os estádios de desenvolvimento em que são afetados.

Tabela 2.1 Componentes do rendimento de grãos de milho e de sorgo, fatores que os influenciam e estádios de desenvolvimento em que são afetados.

Componentes do rendimento Fatores que afetam os componentes		Estádio de desenvolvimento e quantificação do efeito				
		Emerg.	DPF1	Floresc.	Polin.	MF ²
Nº de plantas/m ²	- Quantidade de sementes/m ² - Emergência	Grande	Grande	Pequeno	--	--
Nº de infloresc/m ²	- Nº plantas/m ² - Perf. (sorgo) - Cultivar - Ambiente	Grande	Grande	Grande	Grande	Médio
Nº de grãos/infloresc.	- Nº plantas/m ² - Nº infloresc/m ² - Fatores do ambiente	--	--	Grande	Grande	Médio
Peso do grão	- Disponibilidade de fotoassimilados - Área foliar - Fatores do ambiente	--	--	--	--	Grande

¹DPF – Diferenciação dos primórdios florais

²MF – Maturação fisiológica

2.2 Escala de estádios de desenvolvimento da planta de milho

A descrição dos estádios de desenvolvimento segue a escala de Ritchie et al. (1993). Este sistema identifica com precisão os estádios de desenvolvimento de uma planta de milho. Entretanto, todas as plantas de uma determinada área não estarão no mesmo estágio ao mesmo tempo. Quando se estiver definindo o estágio de desenvolvimento de uma lavoura de milho, cada estágio específico do período vegetativo (V) ou do período reprodutivo (R) é definido somente quando 50% ou mais das plantas no campo estiverem naquele estágio ou em estágio posterior.

Estádios vegetativos e desenvolvimento:

- **VE** – Germinação/emergência: este estágio é atingido pela rápida alongação do mesocótilo, o qual empurra o coleóptilo em crescimento até à superfície do solo.

- **V3** - Terceira folha: plantas com três folhas com lígulas visíveis, arranjadas alternadamente (de um lado e de outro) em sucessão. Neste estágio, há pouca alongação do colmo e o meristema apical (região de crescimento) encontra-se abaixo da superfície do solo.

- **V6** - Sexta folha: plantas com seis folhas com lígulas visíveis. Nesse estágio, a região de crescimento e o pendão estão acima da superfície do solo, com o colmo iniciando um período de rápida elongação. A degeneração e a perda das duas folhas mais baixas pode já ter ocorrido neste estágio.
- **V9** - Nona folha: plantas com nove folhas com lígulas visíveis. Nesse estágio, o pendão começa a se desenvolver rapidamente e o colmo continua em rápida elongação. Ocorre também o desenvolvimento inicial das inflorescências femininas.
- **V12** - Décima segunda folha: plantas com doze folhas com lígulas visíveis. O número de óvulos (grãos potenciais) em cada inflorescência feminina e o tamanho da espiga é determinado nesse estágio. A planta poderá perder as quatro folhas mais inferiores e atingir de 85% a 95% de sua área foliar.
- **V15** - Décima quinta folha: plantas com quinze folhas com lígulas visíveis. A partir deste estágio, uma nova folha é formada a cada um ou dois dias. Os estilos com os estigmas estão começando a crescer nas inflorescências femininas, marcando o início do período mais crítico do desenvolvimento da planta em termos de determinação da produção de grãos.
- **V18** - Décima oitava folha: plantas com dezoito folhas com lígulas visíveis. O desenvolvimento da espiga ocorre rapidamente, estando a planta próxima do florescimento.
- **VT** - Pendão: inicia-se quando o último ramo do pendão está completamente visível e os estigmas ainda não emergiram (não são visíveis).

Estádios reprodutivos e de desenvolvimento dos grãos:

- **Estádio R1:** florescimento. tem início quando uma estrutura com estilo-estigma é visível fora das brácteas da espiga. O número de óvulos que serão fertilizados, está sendo determinado neste período.
 - **Estádio R2:** grão leitoso. Começa o acúmulo de amido no endosperma aquoso, que determina rápido acúmulo de matéria seca. Início do enchimento de grãos.
 - **Estádio R3:** grão pastoso. Estádio em que há rápido crescimento do embrião, podendo ser facilmente visualizado quando da dissecação. Os estigmas estão marrons e secos ou começando a secar.
 - **Estádio R4:** grão farináceo. Ocorre redução do fluido e aumento dos sólidos dentro do grão, dando uma consistência de massa. Nesse estágio, os grãos já acumularam cerca de metade de seu peso seco final.
 - **Estádio R5:** grão farináceo-duro. Esse estágio é marcado pela rápida perda de umidade dos grãos.
 - **Estádio R6:** maturidade fisiológica. Ela é atingida quando todos os grãos da espiga estão com seu máximo peso seco. Há formação de uma camada preta na extremidade do grão, junto à sua inserção no sabugo da espiga.
- Maturação de colheita: para produção de silagem de planta inteira, a colheita deve ser realizada no estágio farináceo-duro (R5). Para produção de silagem de grãos úmidos, o momento ideal de colheita é o estágio R6. Para reduzir perdas na colheita mecanizada, deve-se realizar a colheita após o estágio R6, quando os grãos apresentarem umidade entre 18 e 22%. Para armazenamento, os grãos devem estar com umidade entre 13 e 15%.

2.3 Escala de estádios de desenvolvimento da planta de sorgo

Na cultura do sorgo utiliza-se a escala proposta por Vanderlip e Reeves (1972), em que o ciclo de desenvolvimento da planta é composto por nove estádios, em que os números correspondem aos estádios (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 Descrição dos estádios de desenvolvimento da planta de sorgo, conforme escala de Vanderlip e Reeves (1972).

Estádio	Descrição do estádio
0	Emergência
1	Lígula da terceira folha visível
2	Lígula da quinta folha visível
3	Diferenciação do ponto de crescimento
4	Folha bandeira visível no verticilo
5	Emborrachamento
6	Metade do florescimento
7	Grãos em massa mole
8	Grãos em massa dura
9	Maturidade fisiológica

2.4 Fenologia

As cultivares de milho e de sorgo indicadas para cultivo no estado do Rio Grande do Sul são praticamente insensíveis a fotoperíodo. Assim, as variações observadas na duração do ciclo e dos subperíodos de desenvolvimento das cultivares são devidas às diferentes exigências em soma térmica. A duração do subperíodo semeadura-emergência é função da temperatura do solo, no caso da disponibilidade hídrica não ser fator limitante. Para cada 1°C de aumento da temperatura do solo, há redução de ½ dia na sua duração. A duração do subperíodo emergência-polinização é função da temperatura do ar. Para cada 1°C de aumento da temperatura do ar, ocorre redução de 3 a 4 dias na sua duração. A duração do subperíodo polinização-maturação fisiológica também varia em função da temperatura do ar, diminuindo à medida que ela aumenta.

Assim, a duração do ciclo e dos diferentes subperíodos de desenvolvimento das culturas de milho e de sorgo varia em função da cultivar, época de semeadura, região de cultivo e da disponibilidade hídrica e nutricional do solo. Deficiência hídrica ou nutricional alonga a duração do período vegetativo e reduz a do período reprodutivo.

A época ideal de semeadura para estas culturas, quando não há restrição hídrica, é aquela em que o estádio de florescimento, quando a planta atinge a área foliar máxima, possa coincidir com os dias mais longos do ano (ao redor de 21 de dezembro), quando a radiação solar é máxima. Em regiões com maior probabilidade de haver restrição hídrica durante o cultivo, é importante que se escolha, especialmente para a cultura de milho, uma época de semeadura que não faça coincidir o período mais crítico da planta, em torno do florescimento, com o período de maior probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica. Portanto, pode-se, nestas situações, recomendar a semeadura mais cedo (agosto, setembro) ou mais tarde (dezembro, janeiro). Nesses casos, há redução no potencial de rendimento das culturas, pois as condições de temperatura do ar e da radiação solar não são as ideais.

2.5 Exigências climáticas

Alto rendimento de grãos de milho e de sorgo resulta do sucesso em se utilizar os fatores do ambiente com máxima eficiência, minimizando as causas adversas ao desenvolvimento das culturas. Esta complexa equação é dependente, principalmente, de três elementos meteorológicos (radiação solar, temperatura do ar e disponibilidade hídrica). A obtenção de elevado rendimento de grãos passa pela análise de cada um destes elementos, que interagem entre si.

2.5.1 Radiação solar

Na estação de crescimento de milho, o Estado do Rio Grande do Sul apresenta alta radiação solar, considerando sua latitude. O aproveitamento ideal da radiação solar se dá quando o pré-florescimento e o enchimento de grãos da cultura coincidem com o período de mais alta radiação solar, que ocorre de meados de novembro a meados de fevereiro. Isso é possível quando se cultiva milho em outubro sob irrigação suplementar ou em regiões com adequadas disponibilidade e distribuição hídrica na estação de crescimento.

2.5.2 Temperatura

De uma forma geral, o milho responde muito bem à alta temperatura, desde que haja suficiente umidade de solo (a indicação do início da semeadura é quando o solo está com temperatura $\geq 16^{\circ}\text{C}$). Nas regiões de maior produção de milho no Rio Grande do Sul (metade norte), a temperatura média do ar é menor do que nas regiões de menor altitude. Assim, no município de Vacaria (região de Campos de Cima da Serra), a temperatura do ar é mais baixa do que em São Borja (região das Missões). O conceito de que regiões de maior altitude são mais favoráveis ao cultivo de milho em relação às de menor altitude, por terem menor temperatura noturna (menor respiração noturna) é válido para genótipos com esse tipo de resposta. Atualmente, este conceito já não se aplica de forma generalizada, pois a mudança na base genética adaptou algumas cultivares a situações de ambientes mais quentes (temperatura diurna e noturna). Com efeito, o recorde de produtividade de milho (17,3 t/ha) obtido em condições experimentais no estado do Rio Grande do Sul foi registrado no município de Eldorado do Sul, numa região com elevada temperatura noturna e com altitude de apenas 42 m (Depressão Central).

A cultura de sorgo é mais exigente em temperatura do solo para os processos de germinação e emergência em relação ao milho, devendo-se, portanto, retardar um pouco a época de início da sua semeadura.

A interação adequada entre os três elementos meteorológicos analisados determina os mais elevados rendimentos de grãos para cada região. O fator água é menos limitante nas regiões do Planalto Médio e Campos de Cima da Serra, que obtêm o maior rendimento por combinarem adequada disponibilidade desse fator com época ideal de semeadura e com bom aproveitamento da radiação solar. A adoção de irrigação suplementar, em anos de baixa precipitação pluvial, associada ao uso de maior adubação, faz com que as demais regiões do Estado também tenham potencial similar para produzir elevado rendimento, pois nelas a radiação solar e a temperatura do ar permitem a obtenção de alto rendimento de grãos.

A potencialização do uso dos recursos do ambiente só pode ser expressa em cultivares com alto potencial genético. No milho, as primeiras populações crioulas do RS não apresentavam bom potencial de rendimento, uma vez que eram selecionadas em função de sua adequação aos sistemas de consórcios e à tolerância a fatores adversos. Com os avanços nos processos de melhoramento genético, inicialmente com o desenvolvimento de cultivares sintéticas e, depois, dos híbridos, surgiram cultivares capazes de utilizar eficientemente os fatores do ambiente e de tolerar densidades de plantas mais elevadas. As diferenças de potencial de rendimento de grãos entre as cultivares de população aberta melhoradas, sintéticas, os híbridos duplos e os híbridos simples, quando cultivadas em condições de alto nível de manejo, evidenciam a evolução da genética proporcionada pelos programas de melhoramento de milho.

2.5.3 Necessidades hídricas da planta

O milho é uma espécie que consome grande quantidade de água durante o ciclo de desenvolvimento, devido ao seu elevado rendimento de massa seca. Trata-se, no entanto, de uma cultura eficiente no uso de água, medida pela massa seca produzida por unidade de água utilizada. O elevado consumo de água não é devido apenas ao alto rendimento de massa seca, mas também pelo fato de tratar-se de um cereal de estação estival. Isto significa que a maior demanda de água pela planta coincide com a maior demanda evaporativa da atmosfera.

Em função desses aspectos, a disponibilidade hídrica é o fator que mais freqüentemente limita a obtenção de elevado rendimento de grãos. O consumo diário de água durante o ciclo da cultura varia de 2 a 7 mm (Tabela 2.3), dependendo do estágio e da demanda atmosférica. A maior exigência ocorre durante o pendoamento e espigamento (em torno de 7 mm/dia), quando a planta tem a maior área foliar.

Como a precipitação média mensal no estado do Rio Grande do Sul do Brasil é da ordem de 100 a 150 mm, as necessidades da cultura poderiam ser supridas pelas precipitações pluviais. No entanto, a quantidade média de precipitação não atende às exigências da cultura nos períodos de maior consumo de água, devido a perdas por escoamento, evaporação e drenagem, aliadas à baixa capacidade de retenção de água da maioria dos solos e à distribuição irregular da precipitação. Além disto, o consumo de água não é uniforme durante todo o ciclo da planta.

Durante o subperíodo emergência ao estágio V6, a necessidade de água é menor, embora a umidade no solo seja muito importante para os processos de germinação da semente e emergência das plântulas. O pequeno consumo deve-se ao reduzido número de folhas constituinte da massa verde, de pequeno volume. Inicialmente, há muita evaporação da água do solo que vai sendo reduzida gradativamente, dando lugar à maior participação da transpiração. A partir do estágio V6 iniciam as etapas mais sensíveis pois, além da expansão foliar, já começa a ter importância a formação do primórdio floral que vai dar origem à futura espiga. Os eventos que ocorrem no desenvolvimento da planta, que requerem adequado suprimento de água, são vitais para se obter altos rendimentos de grãos. A falta de água é muito prejudicial cerca de duas a três semanas antes do pendoamento até duas semanas após o espigamento. Nesta faixa de tempo, ocorre o surgimento do pendão, a antese, a emergência dos estigmas, a fecundação e o início de desenvolvimento dos grãos. Esses processos são muito sensíveis à deficiência hídrica, especialmente a emissão dos estigmas e a fecundação. A defasagem entre a emissão dos estigmas e a polinização provoca má formação da espiga, originando poucos grãos. No final do ciclo da cultura (grão em massa mole em diante), a quantidade de água que a planta exige é menor. Nessa etapa, a planta inicia a senescência (perda de folhas) até completar a formação e a secagem dos grãos.

Na região Sul do Brasil há freqüentes períodos (uma ou mais semanas) sem precipitação durante a estação de crescimento de milho. Com isto, a umidade do solo decresce e o suprimento de água à cultura fica comprometido. O agricultor nada pode fazer a respeito da precipitação, mas poderá adotar técnicas de manejo que minimizem o problema. A primeira relaciona-se à capacidade de retenção de água pelo solo. De maneira geral, solos arenosos retêm menos água do que os francos ou argilosos. O passo seguinte é saber explorar a água armazenada no solo pela ação do sistema radicular, a qual será maior quanto mais estruturado for o solo, facilitando o crescimento das raízes.

O agricultor pouco pode fazer para aumentar a capacidade de armazenamento, pois cultiva apenas nos horizontes superiores do solo, enquanto as raízes exploram camadas bem mais profundas. Algumas técnicas de manejo empregadas, às quais se atribui o aumento na capacidade de retenção de água do solo estão, na realidade, apenas evitando perdas. Assim, o rompimento de camadas impermeáveis no subsolo permite maior entrada de água. A adoção de sistemas de cultivo que incrementam o teor de matéria orgânica no solo pode aumentar um pouco a capacidade de retenção de água em alguns solos, mas o efeito maior é sobre o aumento do aproveitamento da água das precipitações em razão da melhoria na estrutura da superfície.

Caso pouco se possa fazer sobre a capacidade de retenção de água, o agricultor deve fazer uso racional da água que possui no solo. As técnicas empregadas são no sentido de reduzir

as perdas e racionalizar o consumo. As perdas se dão pelo escoamento superficial da água das precipitações (controlado pelo preparo do solo adequado); competição por água pelas plantas daninhas (eliminação das mesmas); evaporação da água do solo (resíduos de culturas sobre a superfície diminuem o problema). A racionalização do consumo pode ser conseguida pela conversão mais efetiva da água disponível em grãos. Isto pode ser viabilizado com adubação adequada, controle eficiente de pragas e moléstias, uso de variedades adaptadas às condições hídricas (ciclo, alta conversão em grãos) e, especialmente, a adequação da época de semeadura.

Com base no consumo relativo de água, representado pelo índice ETr/ETm , que é a quantidade de água consumida pela planta em condições naturais de disponibilidade hídrica, ou evapotranspiração real, em relação ao consumo de água sem restrição hídrica, considerada evapotranspiração máxima. Matzenauer et al. (2002) definiram três índices para classificação de áreas de risco por deficiência hídrica para produção de milho no estado do Rio Grande do Sul: áreas de baixo risco – áreas onde o consumo relativo de água (índice ETr/ETm) no período crítico é maior que 0,70; áreas de risco médio – áreas onde o consumo relativo de água no período crítico se situa entre 0,70 e 0,50; e áreas de alto risco – áreas onde o consumo relativo de água no período crítico é inferior a 0,50. Esses valores do consumo relativo de água no período crítico (do início do pendoamento até 30 dias após) para diferentes épocas de semeadura foram recentemente disponibilizados para produtores de diferentes regiões desse estado.

Pelo manejo adequado podem ser conseguidos resultados surpreendentes em termos de racionalização do uso da água. Assim, plantas ineficientes ou sob condições de estresse (minerais, plantas daninhas, pragas e moléstias) consomem tanta água quanto plantas livres desses problemas.

A planta de sorgo possui maior capacidade de tolerância a situações de estresse hídrico do que o milho devido à maior eficiência de uso de água. A quantidade de água transpirada para produção de um quilograma de massa seca é de 277 e 349 litros, respectivamente, para sorgo e milho (Mengel & Kirkby, 1978). Dentre os mecanismos que conferem à planta de sorgo maior tolerância à deficiência hídrica em relação ao milho, citam-se: sistema radicular mais profundo e ramificado, presença de estômatos em maior número e com menor tamanho, presença de cera nas folhas e nos colmos e capacidade de entrar em estado de dormência sob ocorrência de estresse hídrico. Além disto, a planta de sorgo tem a capacidade de retomar o crescimento logo que o estresse é aliviado, com taxas similares às que ocorriam antes de sua ocorrência.

2.5.3.1 Consumo de água e coeficientes de cultura para milho

a) Consumo de água

O conhecimento do consumo de água das plantas cultivadas é fundamental para planejamento e manejo da água na agricultura irrigada. Na agricultura não irrigada, esta informação também é útil na adoção de práticas culturais que permitam o melhor aproveitamento das disponibilidades hídricas de cada região, especialmente o ajustamento de épocas de semeadura.

A evapotranspiração máxima de uma cultura, que é o consumo de água que ocorre sem limitação de água no solo, depende da demanda evaporativa do ar e das características de cada cultura.

O milho apresenta elevado consumo de água, principalmente durante os subperíodos de floração e enchimento de grãos. Os valores médios de consumo de água (evapotranspiração máxima – ETm), determinados para as condições da Depressão Central do Estado, em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura, para três épocas de semeadura, são apresentados na Tabela 2.3. Nos subperíodos da floração ao estágio de grãos leitosos do enchimento de grãos ocorre o maior consumo médio diário de água, para as três épocas de semeadura, chegando a 6,6 mm por dia na época de outubro, o que significa um consumo de 6,6 litros por m^2 de solo por dia ou 66 m^3 de água por hectare por dia.

Tabela 2.3 Valores totais e médias diárias (mm) da evapotranspiração máxima (ETm) em diferentes subperíodos e no ciclo completo do milho para três épocas de semeadura.

Subperíodo *	Época de semeadura					
	Setembro		Outubro		Novembro	
	ETm Total	ETm mm/dia	ETm Total	ETm mm/dia	ETm Total	ETm mm/dia
S – E	16	1,7	14	2,1	18	2,8
E – 30d	80	2,7	92	3,1	128	4,3
30d – P	180	4,9	162	5,3	174	5,6
P – ML	120	5,7	174	6,6	86	5,1
ML - MF	174	4,0	130	4,2	135	3,6
S – MF	570	4,0	572	4,6	541	4,4

Fonte: Matzenauer et al. (2002)

* S – semeadura; E – emergência; 30d – 30 dias após a emergência; P – início do pendoamento; ML – maturação leitosa; MF – maturação fisiológica.

b) Coeficientes de cultura

Como o consumo de água do milho varia entre anos e regiões conforme as variações da demanda evaporativa da atmosfera, utiliza-se o coeficiente de cultura (K_c) para estimativa do consumo de água para cada situação. O coeficiente de cultura relaciona a evapotranspiração máxima (ETm) com a evapotranspiração de referência, podendo ser utilizado, também, algum elemento meteorológico como referência. Neste capítulo, são apresentados os coeficientes K_{c1} , K_{c2} e K_{c3} da seguinte forma:

$$K_{c1} = ETm/Eo; \quad K_{c2} = ETm/ETo; \quad K_{c3} = ETm/Rs$$

sendo Eo a evaporação medida no tanque Classe A (mm), ETo a evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman e Rs a radiação solar global, transformada em milímetros de evaporação.

Na Tabela 2.3 são apresentados os valores dos três coeficientes nos diferentes subperíodos de desenvolvimento e no ciclo completo de milho, para três épocas de semeadura.

Tabela 2.4 Coeficientes de cultura KC1 (ETm/Eo), KC2 (ETm/ETo) e KC3 (ETm/Rs) em diferentes subperíodos e no ciclo completo de milho, para três épocas de semeadura.

Subperíodo *	Época de semeadura								
	Setembro			Outubro			Novembro		
	Kc ₁	Kc ₂	Kc ₃	Kc ₁	Kc ₂	Kc ₃	Kc ₁	Kc ₂	Kc ₃
S – E	0,40	0,40	0,24	0,37	0,40	0,25	0,41	0,47	0,29
E – 30d	0,51	0,55	0,33	0,52	0,54	0,34	0,60	0,70	0,44
30d – P	0,78	0,88	0,54	0,83	0,93	0,58	0,81	0,93	0,58
P – ML	0,81	0,97	0,60	0,92	1,05	0,68	0,81	0,96	0,60
ML - MF	0,63	0,70	0,44	0,66	0,78	0,50	0,64	0,73	0,46
S – MF	0,66	0,74	0,45	0,72	0,81	0,51	0,68	0,80	0,49

Fonte: Matzenauer et al. (2002)

* S – semeadura; E – emergência; 30d – 30 dias após a emergência; P – início do pendoamento; ML – maturação leitosa; MF – maturação fisiológica.

Para a estimativa das necessidades hídricas da cultura de milho, deve-se utilizar os coeficientes de cultura da seguinte forma:

$$ETm = Kc_1 \times Eo; \quad ETm = Kc_2 \times ETo; \quad ETm = Kc_3 \times Rs$$

Exemplo: estimativa do consumo de água para um período de sete dias para uma lavoura semeada em setembro, que se encontra no início de enchimento de grãos - subperíodo P-ML. Considerando-se que a evaporação do tanque classe A no período tenha sido de 52 mm e utilizando-se o valor do coeficiente de cultura Kc₁, que é de 0,81 (Tabela 2.3), calcula-se o consumo de água da seguinte forma:

$$ETm = Eo \times Kc_1 \quad Eo = 52,0 \text{ mm} \quad Kc_1 = 0,81$$

$$ETm = 52,0 \times 0,81 \quad \Rightarrow \quad ETm = 42,1 \text{ mm}$$

Como os períodos de maior deficiência hídrica ocorrem com maior frequência de dezembro a fevereiro, uma das recomendações, para lavouras não irrigadas, é a antecipação da época de semeadura, principalmente nas regiões mais quentes do Estado. Com esta prática, procura-se evitar a coincidência do período crítico da cultura com o período de menor disponibilidade hídrica. Além disso, a semeadura de cultivares de ciclo curto é recomendável nas épocas do cedo, pelo fato de apresentarem menor exigência térmica. Deve-se salientar que o regime pluviométrico normal no Estado não é suficiente para atender às necessidades hídricas da cultura de milho em grande parte das regiões climáticas, havendo a necessidade de suplementação pela irrigação.

2.5.4 Manejo da irrigação

Os principais fatores determinantes do planejamento da irrigação, seja qual for o método utilizado (aspersão ou infiltração), são as características da planta (consumo diário e estádios críticos). Estes aspectos foram brevemente discutidos anteriormente.

A seguir, é necessário considerar a demanda atmosférica por água. Esta demanda depende basicamente da pressão de vapor na atmosfera e da temperatura do ar que, por sua vez, estão relacionados com a radiação solar. A demanda por água é maior no verão, nos meses de maior temperatura e insolação (meados de dezembro a fim de fevereiro) do que na primavera e fim de verão. Logo, haverá maior necessidade de água quando coincidir os períodos mais críticos em pleno verão. Deve-se considerar que a quantidade de água exigida pela planta varia conforme a época de semeadura e o estágio de desenvolvimento. Assim, torna-se difícil estabelecer qual será o consumo de água de uma lavoura de milho, especialmente se a irrigação for feita como complementação à água suprida pela precipitação pluvial.

Ao se irrigar uma lavoura, outro elemento fundamental é determinar a capacidade do solo em reter água. Neste sentido, o solo mais apropriado é aquele que retém grande quantidade de umidade, não exigindo freqüentes regas, além de perder menos água por percolação. Além disto, a fertilidade do solo faz variar o consumo de água. Quando bem adubada, a planta de milho tem maior desenvolvimento radicular e consome mais água, explorando maior volume de solo, resultando em maior acúmulo de matéria seca.

Os três pontos enfocados (necessidades da planta, demanda atmosférica e características de solo) determinam a quantidade de água necessária a ser complementada. O sistema de irrigação empregado e os pontos de captação de água compõem também o planejamento do sistema de condução da lavoura.

Com estes aspectos estabelecidos, deve-se compatibilizar a viabilidade econômica do empreendimento. Dada a irregularidade das condições meteorológicas em determinada região, de ano para ano e de estação para estação, é difícil prever a resposta que se pode obter. Alguns trabalhos de pesquisa mostram que em certas ocasiões a suplementação de água resulta em altos incrementos no rendimento de grãos de milho, principalmente nos seus estádios mais críticos. A irrigação durante o período em que a cultura é mais sensível à deficiência hídrica (pendoamento e espigamento) pode garantir altos rendimentos e elevada eficiência de uso da água. Os conhecimentos disponíveis são ainda escassos no sentido de estabelecer a viabilidade econômica da suplementação de água por irrigação. Entretanto, para as regiões sul e sudoeste do Rio Grande do Sul o cultivo de milho sob alta tecnologia tem-se mostrado vantajoso quando inclui a irrigação, por permitir rendimento elevado e estável.

2.5.5 Cultivo de milho e sorgo em terras baixas

Estudos mostram a viabilidade de estabelecer a cultura do milho em planossolos, em alternância com a cultura do arroz irrigado, desde que se disponha de um eficiente sistema de drenagem e de adequado controle de plantas daninhas.

A planta de milho é muito sensível ao excesso de água, necessitando de solos bem drenados. A excessiva umidade provoca um ambiente anaeróbico, prejudicando a respiração das raízes e afetando a absorção de nutrientes. Isto induz menor crescimento radicular e, conseqüentemente, da parte aérea, refletindo-se no rendimento de grãos. A possibilidade de introdução do milho em áreas de várzeas deve levar em conta estes aspectos e, para tanto, alguns cuidados devem ser tomados.

Além da maior tolerância à deficiência hídrica, o sorgo é mais tolerante às condições de excesso de umidade no solo, quando comparado a outras espécies. A planta de sorgo possui características de resistência ao excesso de água no solo a partir de aproximadamente 20 dias após a emergência (20 a 30 cm de estatura), tolerando baixas tensões de O_2 . No entanto, na fase inicial de desenvolvimento, esta cultura é bastante sensível, necessitando os mesmos cuidados tomados para o milho em relação à drenagem do solo.

Para cultivo de milho e sorgo em solos mal drenados, algumas técnicas para manejo do solo são apropriadas e devem ser aplicadas para se evitar perdas por encharcamento. Nas terras baixas do sul do Brasil existem extensas áreas disponíveis para produzir milho e sorgo, e as mesmas podem ser utilizadas para produção destas culturas; porém, o milho é muito sensível ao encharcamento do solo (mais sensível do que o sorgo ou a soja), sendo que, nas fases iniciais desta cultura, até mesmo um só dia em alagamento pode ser fatal às plantas. As principais indicações de manejo do solo para evitar perdas por encharcamento no cultivo do milho em terras baixas são as seguintes:

1. Quando houver área disponível, deve-se implantar o milho nos talhões menos propensos ao alagamento, evitando-se cultivo nas áreas que são inundadas muito facilmente. Estes locais são conhecidos por alagar com frequência, mesmo na ocorrência de precipitações de intensidade fraca ou média, e demoram para drenar. Outros locais com probabilidade alta de alagar são os vales de rios, que elevam seu nível de água e transbordam frequentemente ao ocorrer altos volumes de precipitações nas suas cabeceiras.

2. Deve-se implantar um sistema eficiente de drenagem superficial, com base em estudo prévio do relevo da área. Na prática, o melhor momento para fazer este estudo é após as chuvas, quando os locais alagados são facilmente percebidos na lavoura. Outra forma de estudo destas áreas é pelo uso de instrumentos específicos, como os teodolitos e níveis manuais ou a laser. Deve-se então demarcar o centro das depressões e posteriormente confeccionar os drenos, com os canais de drenagem passando na parte mais baixa das áreas que alagam, previamente demarcadas.

3. No caso do cultivo do milho nas áreas utilizadas com arroz irrigado, pode-se aproveitar a estrutura pré-existente de drenagem da área, sendo importante a realização da limpeza dos canais. Deve-se ter cuidado adicional quanto aos drenos internos da lavoura, pois na semeadura do milho ou do sorgo a terra revolvida pelo maquinário bloqueia os drenos, impedindo o escoamento da água. Isso ocorre comumente nos canais internos, conhecidos como microdrenos ou canais estreitos. Após a semeadura, portanto, estes canais devem ser refeitos e/ou desobstruídos.

4. Em áreas muito planas (declive menor que 0,5%) e uniformes, pode-se utilizar a técnica de camalhões de base larga, que consiste na sistematização, com o direcionamento da aração do solo, para formar taludes de drenagem, de tamanho variável (até 10 metros de largura) sobre os quais as culturas podem ser cultivadas em semeadura direta. Esta técnica propicia um sistema de drenagem que pode permanecer na área por várias safras agrícolas. A Figura 2.1 demonstra, resumidamente, a confecção destes camalhões. Informações mais detalhadas e áreas conduzidas com esta técnica podem ser encontradas na Embrapa Clima Temperado, de Pelotas/RS.

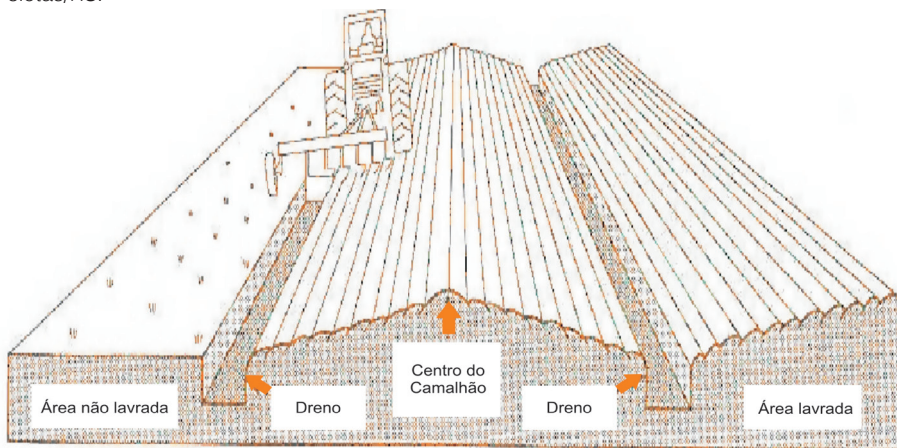


Figura 2.1 Confecção dos camalhões de base larga.

5. Em áreas sistematizadas, com ou sem declive, pode também ser utilizado o sistema sulco/camalhão, o qual além de garantir boa drenagem, possibilita a irrigação por sulcos. Na lavoura, este método se assemelha àquelas áreas de rotação de milho com fumo ou batata, em que o milho é semeado em cima dos camalhões, aproveitando a adubação residual destas culturas. Uma peculiaridade para utilizar este sistema de drenagem é que os camalhões e sulcos devem ser feitos, nas terras baixas muito planas, no sentido da declividade do terreno, para facilitar o escoamento do excesso de água. Pode-se aproveitar esta estrutura para irrigar o milho ou o sorgo, com banhos rápidos e drenagem imediata da área. Resultados agrônômicos do emprego da técnica de sulco-camalhão com culturas de sequeiro em terras baixas estão disponíveis na internet, na página da Embrapa Clima Temperado.

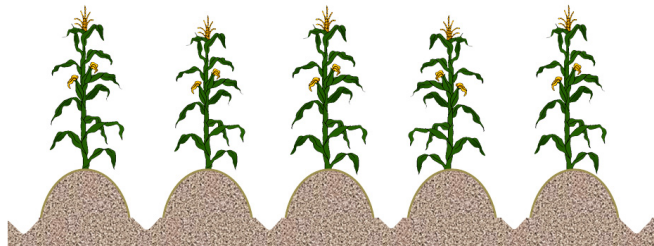


Figura 2.2 Milho implantado em sistema sulco-camalhão.

2.6 Zoneamento de riscos climáticos

2.6.1 Cultura do milho

O milho pode ser cultivado em todo o Rio Grande do Sul. Entretanto, ocorrem variações no rendimento de grãos entre anos e entre regiões. Essas variações são causadas, principalmente, pela ocorrência de deficiência hídrica durante o desenvolvimento da cultura, que pode ser intensa em alguns anos nos meses de final de primavera e início de verão, em particular nas regiões mais quentes. A ocorrência de geadas tardias (agosto - setembro) é outro fator que, embora em menor grau, também pode influir na variação de rendimentos. De modo geral, o regime térmico do Estado atende às exigências do milho, configurando-se como principal problema a baixa quantidade e irregularidade na distribuição de precipitações, causando deficiência hídrica, que acaba limitando a obtenção de altos rendimentos de grãos.

A identificação dos períodos favoráveis de semeadura para cultivo de milho no Rio Grande do Sul foi realizada com base em cálculos de balanço hídrico diário, considerando a interação entre local (clima) x ciclo das cultivares x período de semeadura x tipo de solo. Para cálculo do balanço hídrico diário (simulações), considerou-se as semeaduras centradas nos dias 5, 15 e 25 de cada mês, entre julho e janeiro.

Os ciclos das cultivares de milho (superprecoce, precoce, semiprecoce, médio e tardio) variam em função da época de semeadura e local, em média entre 120 e 160 dias para atingir a fase de maturação fisiológica no Rio Grande do Sul. Desta maneira, para as simulações de balanço hídrico considerou-se ciclos de 120, 130, 140 e 150 dias, como os mais representativos nas diversas regiões do Estado.

No cálculo de balanço hídrico, considerou-se três tipos de solo com capacidade de retenção de água (CAD) de: 35 mm, 50 mm e 70 mm, correspondendo aos solos Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3, respectivamente. Usou-se o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) do subperíodo 3 do desenvolvimento do milho (floração e enchimento de grãos) como principal índice de zoneamento. Os valores de ISNA, calculados para uma frequência mínima de 80 % de sucesso, foram espacializados através de SIG, definindo-se três categorias: favorável (ISNA > 0,55), intermediária (ISNA entre 0,45 e 0,55) e desfavorável (ISNA < 0,45). Os períodos de

semeadura foram estabelecidos com base nas áreas delimitadas pela faixa de valores favoráveis de ISNA, desde que não coincidentes com áreas onde não é recomendado o cultivo do milho no Rio Grande do Sul, pelo atual zoneamento agroclimático, em função de baixa disponibilidade térmica (riscos de danos por baixas temperaturas).

2.6.1.1 Tipos de solos aptos para semeadura

Solos tipo 1. Englobam: i) solos cujo teor de argila é superior a 10% e inferior a 15% nos primeiros 50 cm de solo e ii) solos com teor de argila entre 15% e 35% e com teores de areia inferiores a 70%, que apresentam variação abrupta de textura nos primeiros 50 cm, isto é, que nos 50 cm superficiais, um horizonte ou camada de solo tem 15% ou mais de argila, em valor absoluto, do que o outro horizonte.

Solos tipo 2. Englobam solos com teor de argila entre 15% e 35% e com teores de areia inferiores a 70% nos primeiros 50 cm de solo.

Solos tipo 3. Englobam i) solos com teor de argila maior que 35% nos primeiros 50 cm; e ii) solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa) nos primeiros 50 cm.

Para efeito dos estudos de riscos climático para culturas de grãos não são indicadas as áreas: de preservação obrigatória, de acordo com a Lei 4.771 do Código Florestal;

- com solos que apresentam teor de argila inferior a 10% nos primeiros 50 cm de solo;
- com solos que apresentam profundidade inferior a 50 cm;
- com solos que se encontram em áreas com declividade superior a 45%;
- com solos muito pedregosos, isto, é solos nos quais calhaus e matações (diâmetro superior a 2 mm) ocupam mais de 15% da massa e/ou da superfície do terreno.

2.6.1.2 Períodos de semeadura nos 36 decêndios do ano

Períodos	21	22	23	24	25	26	27	28
Datas	21 a 31	01 a 10	11 a 20	21 a 31	01 a 10	11 a 20	21 a 30	01 a 10
Mês	Julho	Agosto			Setembro			

Períodos	29	30	31	32	33	34	35	36	1	2
Datas	11 a 20	21 a 31	01 a 10	11 a 20	21 a 30	01 a 10	11 a 20	21 a 31	01 a 10	11 a 20
Mês	Outubro		Novembro			Dezembro		Janeiro		

A época de semeadura indicada pelo zoneamento, para cada região, não será prorrogada ou antecipada. No caso de ocorrer algum evento atípico à época indicada, como por exemplo a ocorrência de deficiência hídrica que impeça o preparo do solo e semeadura, ou excesso de chuvas que não permita o tráfego de máquinas na propriedade, recomenda-se aos produtores não efetivarem a implantação da lavoura nesta safra no local atingido, uma vez que o empreendimento estará sujeito a eventos climáticos adversos impossíveis, ainda, de serem previstos pelo zoneamento.

Nota: caso exista mais de um período de semeadura, por exemplo, 21 a 24 + 28 a 36, significa que nos períodos intermediários ausentes da indicação (25, 26, 27 e 1 a 2, no exemplo), a semeadura não é indicada.

2.6.1.3 Municípios e períodos favoráveis de semeadura

A relação de municípios indicados para semeadura de milho no Estado do Rio Grande do Sul está disponível e atualizada no endereço <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>.

2.6.2. Cultura do sorgo

O sorgo pode ser cultivado em todo o Rio Grande do Sul. Entretanto, ocorrem variações no rendimento de grãos entre anos e entre regiões. Essas variações são causadas, principalmente, pela ocorrência de deficiência hídrica durante o desenvolvimento da cultura, que pode ser intensa em alguns anos nos meses de final de primavera e início de verão, em particular nas regiões mais quentes. A ocorrência de geadas tardias (agosto - setembro) é outro fator que, embora em menor grau, também pode influir negativamente na variação de rendimentos. De modo geral, o regime térmico do Estado atende às exigências do sorgo, configurando-se como principal problema a baixa quantidade e irregularidade na distribuição de precipitações de algumas regiões, causando deficiência hídrica, que pode limitar a obtenção de altos rendimentos de grãos, apesar de sua tolerância ao déficit hídrico ser maior que as demais culturas de primavera-verão cultivadas no Estado. Por isso, é cultivado em áreas com menor disponibilidade hídrica, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica.

A identificação dos períodos favoráveis de semeadura para cultivo do sorgo foi realizada com base em cálculos de balanço hídrico diário, considerando a interação entre local (clima) x ciclo do cultivar x período de semeadura x tipo de solo, pelo uso de um SIG.

A duração total do ciclo fenológico foi considerada de 90 dias para cultivares de ciclo precoce e 120 dias para as de ciclo médio/tardio. A reserva máxima utilizável de água foi estimada considerando-se uma profundidade efetiva de raízes de 50mm e três grupos de solos definidos em função de sua capacidade de armazenamento de água: 35mm para os solos Tipo 1, com baixa capacidade de armazenamento de água; 50 mm para os solos Tipo 2, com média capacidade de armazenamento de água; 70 mm para os solos Tipo 3, com alta capacidade de armazenamento de água.

Foram analisados 12 períodos possíveis de semeadura, com duração de dez dias cada um, entre os dias 21 de setembro e 20 de janeiro. O sistema de balanço hídrico estimou o atendimento hídrico no período crítico da cultura pelo índice ISNA (Índice de Satisfação das Necessidades de Água), para cada data de semeadura, tipo de solo e ciclo da cultivar. A análise freqüencial para obter o valor do índice ISNA correspondente à freqüência de ocorrência de 80% de sucesso. Esses valores foram geo-referenciados por meio de SIG. Os mapas resultantes de cada simulação apresentaram as seguintes classes de risco, de acordo com o ISNA obtido:

- Favorável: ISNA \geq 0,50;
- Intermediária: ISNA 0,40 - 0,50;
- Desfavorável: ISNA $<$ 0,40.

2.6.2.1 Tipos de solos aptos ao cultivo

- **Solo Tipo 1:** Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

- **Solo Tipo 2:** Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

- **Solo Tipo 3:** teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Nota – áreas/solos não indicados para a semeadura: áreas de preservação obrigatória, de acordo com a Lei nº 4.771 do Código Florestal; solos que apresentem teor de argila inferior a 10% nos primeiros 50 cm de solo; solos que apresentem profundidade inferior a 50 cm; solos que se encontrem em áreas com declividade superior a 45% e solos muito pedregosos, isto é, solos nos quais calhaus e matacões (diâmetro superior a 2 mm) ocupem mais de 15% da massa e/ou da superfície do terreno.

2.6.2.2 Períodos de semeadura nos 36 decêndios do ano

Períodos	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	01	02
Data	21 a 30	01 a 10	11 a 20	21 a 31	01 a 10	11 a 20	21 a 31	01 a 10	11 a 20	21 a 31	01 a 10	11 a 20
Mês	Setembro	Outubro		Novembro			Dezembro			Janeiro		

2.6.2.3 Municípios e períodos indicados para semeadura

A relação de municípios do Estado do Rio Grande do Sul aptos ao cultivo do sorgo granífero, suprimidos todos os outros, onde a cultura não é recomendada, está disponível e atualizada no endereço <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>.

A época de semeadura indicada pelo zoneamento não será prorrogada ou antecipada em hipótese alguma. No caso de ocorrer algum evento atípico à época indicada, como por exemplo a ocorrência de deficiência hídrica excessiva que impeça o preparo do solo e a semeadura ou o excesso de precipitações que não permita o tráfego de máquinas na propriedade, recomenda-se aos produtores não implantarem a lavoura nesta safra no local atingido, uma vez que o empreendimento estará sujeito a eventos climáticos adversos de difícil previsão.

3. MANEJO DO SOLO, ADUBAÇÃO E CALAGEM

3.1 Manejo conservacionista do solo

Apesar do milho ser cultivado predominantemente sob sistema plantio direto atualmente, é notória a carência de adoção de práticas conservacionistas fundamentais para a melhoria e a otimização dos recursos naturais, indispensáveis à expressão de seu potencial genético. Dentre essas práticas, a baixa adoção da rotação de culturas pode ser apontada como uma das mais relevantes, em razão dos efeitos benéficos que promove.

O sistema plantio direto (SPD), também denominado sistema de semeadura direta (SSD) ou semeadura direta na palha, no âmbito da agricultura conservacionista, necessita ser interpretado e adotado sob o conceito de processos tecnológicos destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos. Deve contemplar diversificação de espécies, mobilização de solo apenas na linha de semeadura, manutenção permanente da cobertura do solo e minimização do intervalo entre colheita e semeadura (processo colher-semear), além da adoção de práticas mecanizadas conservacionistas. Nesse sentido, a qualificação do sistema plantio direto requer a observância integral dos fundamentos a seguir apresentados.

3.1.1 Rotação de culturas

A rotação de culturas, conceituada como o cultivo alternado e sucessivo de diferentes espécies em uma mesma área, em safras agrícolas consecutivas, planejada para proporcionar competitividade ao agronegócio, quantidade e qualidade de biomassa e viabilizar o processo colher-semear, tem como benefícios: favorecimento do manejo integrado de pragas, de doenças e de plantas daninhas; promoção de cobertura permanente do solo e ciclagem de nutrientes; melhoria das propriedades físicas do solo; aumento de matéria orgânica no solo; aumento da armazenagem de água no solo; diversificação e estabilização da produtividade; racionalização do uso de mão-de-obra; otimização do uso de máquinas e equipamentos e redução do risco de perda de renda.

O sistema plantio direto somente se consolida com a utilização de rotação de culturas. Para tanto, a cultura do milho é fundamental numa rotação de culturas em sistema de plantio direto, tanto pelo tipo de sistema radicular quanto, e especialmente, pela alta quantidade de biomassa aportada ao solo pelos resíduos da cultura.

3.1.2 Mobilização mínima do solo

A mobilização do solo restrita à linha de semeadura tem como benefícios: redução de perdas de solo e de água por erosão; redução de perdas de água por evaporação; redução da incidência de plantas daninhas; redução da taxa de decomposição de resíduos culturais e de mineralização da matéria orgânica do solo; promoção do sequestro de carbono no solo; preservação da fertilidade física e biológica do solo; redução da demanda de mão-de-obra; redução dos custos de manutenção de máquinas e de equipamentos e redução de consumo de energia.

3.1.3 Cobertura permanente do solo

A manutenção permanente de plantas vivas e/ou restos culturais sobre o solo tem como benefícios: dissipação da energia erosiva das gotas de chuva; redução de perdas de solo e de água por erosão; preservação da umidade no solo; redução da amplitude de variação da temperatura do solo; redução da incidência de plantas daninhas; favorecimento ao manejo integrado de pragas, de doenças e de plantas daninhas; estabilização da taxa de ciclagem de nutrientes e promoção da biodiversidade do solo.

3.1.4 Processo colher-semear

O processo colher-semear, conceituado como redução ou supressão do intervalo de tempo entre uma colheita e a subsequente semeadura, tem como benefícios: otimização do uso da área, por proporcionar maior número de safras por ano agrícola; otimização do uso de máquinas e equipamentos; redução de perdas de nutrientes liberados pela decomposição de restos culturais; promoção da fertilidade química, física e biológica do solo; estímulo à diversificação de épocas de semeadura e reprodução, em sistemas agrícolas produtivos, dos fluxos de matéria orgânica observados em sistemas naturais.

3.1.5 Práticas mecanizadas conservacionistas

A cobertura permanente do solo, otimizada no sistema plantio direto, não constitui condição suficiente para amenizar o efeito de enxurradas e controlar a erosão hídrica. Mesmo com o mais adequado sistema de plantio direto, pode haver a formação de escoamento superficial quando sob condições de precipitações intensas e longos comprimentos de pendentes. Isso pode levar à falha dos resíduos e causar problemas de erosão devida à tensão de cisalhamento do escoamento superficial. Esse problema pode ainda ser aumentado quando a semeadura for efetuada no sentido do declive. A segmentação de topossequências, por semeadura em contorno, culturas em faixa, cordões vegetados, terraços dimensionados especificamente para o sistema plantio direto (por exemplo, com o auxílio do software Terraço for Windows) é solução para esse problema e tem como benefícios: manejo do solo e da água no âmbito de microbacia hidrográfica; restabelecimento da semeadura em contorno; redução dos riscos de transporte de agroquímicos para fora da lavoura; maior armazenagem de água no solo e conservação de estradas rurais.

3.2 Adubação e calagem

As informações sobre adubação e calagem originam-se do “Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina”, publicado pelo Núcleo Regional Sul (RS/SC), da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Em adição, são apresentadas informações específicas quanto à adubação e à calagem para as culturas de milho e de sorgo.

3.2.1 Amostragem de solo

Há três critérios básicos a serem definidos no plano de amostragem de solo: uniformidade de áreas para fins de amostragem e de manejo da lavoura, número de subamostras a coletar em cada área e profundidade de amostragem. As características locais da lavoura, como topografia, cor e profundidade do solo, uso anterior da área, manejo da fertilidade do solo, incluindo tipo, quantidade de adubos e de corretivos aplicados, entre outras, determinarão o número de áreas a serem amostradas separadamente e o número de subamostras a coletar nessas áreas. O tipo de manejo de solo adotado na área, como, por exemplo, preparo convencional ou plantio direto, irá determinar a profundidade de amostragem do solo.

A coleta de amostra de solo pode ser realizada com pá-de-corte ou trado calador. Em lavouras em que a última adubação foi feita na linha de semeadura, a coleta com pá-de-corte, de uma fatia contínua de 3 a 5 cm de espessura, de entrelinha a entrelinha, é ideal, mas pode ser substituída pela coleta com trado calador numa linha transversal às linhas de semeadura. Neste caso, a coleta deve ser realizada da seguinte forma: a) coletar um ponto no centro da linha e um ponto de cada lado, se forem culturas com pequeno espaçamento entrelinhas (15 a 20 cm); b) coletar um ponto no centro da linha e três pontos de cada lado, se forem culturas com médio espaçamento (40 a 50 cm); ou coletar um ponto no centro da linha e seis pontos de cada lado, se forem culturas com maior espaçamento (60 a 80 cm). Em solos contendo teores alto ou muito alto de fósforo (P) e potássio (K), esse procedimento é dispensável e a amostragem poderá ser feita de forma aleatória.

Com relação ao número de subamostras por área uniforme, sugere-se, como regra geral, amostrar o solo em 15 a 20 pontos para formar uma amostra composta. Este número depende, diretamente, do grau de variabilidade da fertilidade do solo na área a ser amostrada.

No sistema plantio direto consolidado (Tabela 3.2.1), a amostra pode ser coletada na camada de 0 a 10 cm de profundidade, particularmente em lavouras com teores de P e de K no solo abaixo do nível de suficiência. Quando o teor desses nutrientes estiver acima desse nível, pode ser amostrada camada de 0 a 10 cm ou de 0 a 20 cm, pois os resultados não afetarão a recomendação de adubação. Quando há evidência de presença de acentuado gradiente de pH, convém coletar amostras nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm, permitindo, dessa forma, conhecimento mais amplo do solo.

3.2.2 Calagem

A prática de calagem objetiva ajustar o pH do solo a níveis (valores) desejados pela aplicação de corretivos de acidez, cujo produto mais comumente utilizado é o calcário dolomítico, composto por CaCO_3 e MgCO_3 . A quantidade de corretivo a ser usada para o objetivo desejado é determinada pelo índice SMP determinado na análise do solo. De forma geral, o pH indicado para as culturas de milho e de sorgo varia entre 5,5 e 6,0, conforme o sistema de manejo do solo e da cultura. As quantidades de calcário e seu modo de aplicação variam em função do sistema de manejo do solo. No caso de se optar pela aplicação de calcário na linha de semeadura, sugere-se observar as indicações específicas dessa prática, constantes no item 3.2.2.4.

3.2.2.1 Cálculo da quantidade de calcário a aplicar

As quantidades de corretivo indicadas na Tabela 3.2.2 consideram um PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) de 100%. Isso significa que as quantidades totais a aplicar devem ser ajustadas ao PRNT do calcário disponível. Sugere-se que seja dada preferência ao calcário dolomítico, por ser mais barato, bem como por conter, além de cálcio, o magnésio, em uma relação Ca:Mg de 2 a 4:1 dos produtos comercializados no RS.

Em alguns solos, principalmente nos de textura arenosa, o índice SMP pode indicar quantidades muito pequenas de calcário, embora o pH em água esteja em nível inferior ao preconizado. Nesses solos, pode-se calcular a necessidade de calcário com base no nível de matéria orgânica (MO) e no teor de alumínio trocável (Al) do solo, empregando-se as seguintes equações para o solo atingir o pH em água desejado:

para atingir pH 5,5, $\text{NC} = -0,653 + 0,480 \text{ MO} + 1,937 \text{ Al}$,

para atingir pH 6,0, $\text{NC} = -0,516 + 0,805 \text{ MO} + 2,435 \text{ Al}$,

onde NC é expresso em t/ha, MO em % e Al em $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$.

3.2.2.2 Calagem em áreas manejadas sob sistema plantio direto

Precedendo a implantação do sistema plantio direto em solos manejados sob preparo convencional ou sob pastagem natural com alta acidez (Índice SMP <5,0), recomenda-se elevar o pH da camada arável (17 a 20 cm), mediante incorporação de calcário. A dose a ser usada é

para a tingir o pH 6,0, conforme indicado na Tabela 3.1. A quantidade indicada, em função do índice SMP, consta na Tabela 3.2.2.

No caso de implantação do sistema plantio direto em solos sob campo nativo, a eficiência da calagem superficial depende muito da acidez potencial do solo (maior em solos argilosos), do tempo transcorrido entre a calagem e a semeadura de milho ou sorgo e da quantidade de precipitação pluvial. Por essa razão, sugere-se que o calcário seja aplicado seis meses antes da semeadura dessas culturas.

Para a condição de plantio direto consolidado (> cinco anos) em que o solo sofreu calagem na sua implantação, amostrar o solo na camada 0 a 10 cm e aplicar calcário somente quando o solo apresentar pH em água inferior a 5,5 e saturação por bases inferior a 65%, em quantidade para elevar o pH do solo nessa camada (1/2 SMP para pH_{agu} a 5,5). No caso do solo apresentar pH inferior a 5,5 ou saturação por Al menor que 10% e teores de P Alto ou Muito alto, a aplicação de corretivo não necessariamente aumentará o rendimento das culturas de milho e sorgo. É importante também considerar que o método SMP não detecta calcário que ainda não reagiu. Em geral, são necessários três anos para que ocorra sua dissolução completa. Observando-se esses aspectos, evitam-se gastos desnecessários.

3.2.2.3 Calagem em solo sob preparo convencional

No sistema de preparo convencional de solo (aração e gradagem), o corretivo deve ser incorporado uniformemente até à profundidade de 17 a 20 cm, conforme critérios estabelecidos na Tabela 3.2.1.

Quando a quantidade de calcário indicada na Tabela 3.2.2 é aplicada integralmente, o efeito residual da calagem perdura por cerca de cinco anos, dependendo de fatores como manejo do solo, quantidade de N aplicada nas diversas culturas, erosão hídrica e outros fatores. Após esse período, indica-se realizar nova análise de solo para quantificar a dose de calcário necessária.

Tabela 3.2.1 Calagem para culturas de milho e sorgo em diferentes sistemas de manejo do solo nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Sistema de manejo do solo	Condição da área	Amostragem (cm)	Critério de decisão	Quantidade de corretivo (1)	Método de aplicação
Convencional	Qualquer condição	0 - 20	pH < 6,0 ⁽²⁾	1 SMP para pH _{água} 6,0	Incorporado
	Implantação a partir de lavoura ou campo natural quando o índice SMP for ≤ 5,0	0 - 20	pH < 6,0 ⁽²⁾	1 SMP para pH _{água} 6,0	Incorporado
	Implantação a partir de campo natural quando o índice SMP for entre 5,1 e 5,5	0 - 20	pH < 5,5 ou V < 65% ⁽³⁾	1 SMP para pH _{água} 5,5	Incorporado ⁽⁴⁾ ou Superficial ⁽⁵⁾
Plantio Direto	Implantação a partir de campo natural quando o índice SMP for > 5,5	0 - 20	pH < 5,5 ou V < 65% ⁽³⁾	1 SMP para pH _{água} 5,5	Superficial ⁽⁵⁾
	Sistema consolidado (> 5 anos)	0 - 10	pH < 5,5 ou V < 65% ⁽³⁾	1/2 SMP para pH _{água} 5,5	Superficial ⁽⁵⁾

¹⁾ Corresponde à quantidade de corretivo estimada pelo índice SMP em que 1 SMP é equivalente à dose de corretivo para atingir o pH_{água} desejado, conforme Tabela 3.2.

²⁾ Não aplicar corretivo quando a saturação por bases (V) for > 80%.

³⁾ Quando somente um dos critérios for atendido, não aplicar corretivo se a saturação por Al for menor do que 10% e se o teor de P for "Muito alto".

⁴⁾ A escolha do método de incorporação de corretivo em campo natural deve ser feita com base nos demais fatores de produção. Quando se optar pela incorporação, aplicar a dose 1 SMP para pH_{água} 6,0.

⁵⁾ No máximo, aplicar 5 t/ha (PRAT 100%).

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo - RSSC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

Tabela 3.2.2 Quantidade de calcário (PRNT = 100%) necessária para elevar o pH do solo em água a 5,5 ou 6 nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Índice SMP	pH _{água} desejado		Índice SMP	pH _{água} desejado	
	5,5	6,0		5,5	6,0
	t/ha			t/ha	
< 4,4	15,0	21,0	5,8	2,3	4,2
4,5	12,5	17,3	5,9	2,0	3,7
4,6	10,9	15,1	6,0	1,6	3,2
4,7	9,6	13,3	6,1	1,3	2,7
4,8	8,5	11,9	6,2	1,0	2,2
4,9	7,7	10,7	6,3	0,8	1,8
5,0	6,6	9,9	6,4	0,6	1,4
5,1	6,0	9,1	6,5	0,4	1,1
5,2	5,3	8,3	6,6	0,2	0,8
5,3	4,8	7,5	6,7	0,0	0,5
5,4	4,2	6,8	6,8	0,0	0,3
5,5	3,7	6,1	6,9	0,0	0,2
5,6	3,2	5,4	7,0	0,0	0,0
5,7	2,8	4,8	-	-	-

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

3.2.2.4 Calcário na linha

Esta prática consiste na aplicação, na linha de semeadura de milho ou de sorgo, de pequenas quantidades de calcário dolomítico finamente moído (filler) ou de corretivo proveniente da moagem de conchas marinhas. Devem ser observados os seguintes critérios:

- em solo com elevada acidez e não anteriormente corrigido, a aplicação de calcário na linha deve ser associada a uma calagem parcial equivalente à metade da indicação para pH 5,5;
- em solo com acidez intermediária (necessidade de calcário para pH 6 menor que 7 t/ha), a prática de uso de calcário na linha pode ser adotada isoladamente;
- em solo com acidez corrigida integralmente, não se indica usar esta prática;
- o calcário deve apresentar PRNT superior a 90%, quando for de origem mineral, ou superior a 75%, quando for originado de concha marinha;
- a quantidade de calcário a aplicar, por cultura, varia de 200 a 300 kg/ha, para solos de lavoura, e de 200 a 400 kg/ha, para solos sob campo nativo.

3.2.3 Adubação

3.2.3.1 Nitrogênio para milho

As doses de nitrogênio (N) indicadas para a cultura de milho são apresentadas na Tabela 3.2.3, variando, em função do teor de matéria orgânica do solo e da cultura anterior, considerando-se uma expectativa de rendimento ≤ 4 t/ha de grãos em anos com precipitação pluviométrica normal.

Para definir o teto de rendimento podem ser utilizados os seguintes critérios:

≤ 4 t/ha: solo, clima ou manejo pouco favoráveis (má distribuição de precipitação, solos com baixa retenção de umidade, semeadura fora de época, baixa densidade de plantas, entre outros aspectos);

4 a 6 t/ha: solo, clima e manejo favoráveis ao desenvolvimento da cultura;

6 a 8 t/ha: solo, clima e manejo favoráveis, incluindo eventual uso de irrigação ou drenagem, uso de cultivares bem adaptadas e manejo eficiente do solo; e

> 8 t/ha: condições ambientais e de manejo muito favoráveis (todos os nutrientes em quantidades adequadas), utilização de cultivares de elevado potencial produtivo e uso eficiente de irrigação ou em safras com regular distribuição de precipitação.

Tabela 3.2.3 Doses de nitrogênio para a cultura de milho nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina⁽¹⁾.

Teor de matéria orgânica no solo (%)	Nitrogênio (base + cobertura) (kg de N/ha)		
	Cultura antecedente		
	Leguminosa	Consociação ou pousio	Gramínea
≤ 2,5	70	80	90
2,6 – 5,0	50	60	70
> 5,0	30	40	50

⁽¹⁾ As quantidades de N são indicadas para o rendimento ≤ 4 t/ha e consideram a produção média de massa seca da cultura antecedente. Pode-se alterar a dose em até 20 kg/ha: para mais, se a semeadura de milho for após produção elevada de gramínea e para menos, se a semeadura de milho for após leguminosa ou consorciação.

Para expectativa de rendimento maior do que 4 t/ha, acrescentar aos valores da tabela 15 kg de N/ha, por tonelada adicional de grãos a serem produzidos.

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

A contribuição de N da cultura antecedente depende da qualidade e da quantidade da biomassa produzida, em massa seca. Pode-se adotar os seguintes valores de rendimento de biomassa para leguminosa, gramínea ou consorciação:

Leguminosa - baixa: < 2 t/ha; média: 2 a 3 t/ha; alta: > 3 t/ha.

Gramínea ou consorciação - baixa: < 2 t/ha; média: 2 a 4 t/ha; alta: > 4 t/ha.

Conforme indicado no rodapé da Tabela 3.2.3, as doses de N indicadas se referem a um rendimento médio de biomassa da cultura antecedente e ajustes (20 kg de N/ha) para mais ou para menos podem ser feitos.

O nabo forrageiro pode ter uso similar ao de leguminosa de baixa produção, para solos com teores de matéria orgânica menores que 3%, e como leguminosa de média produção, para os demais solos.

No sistema de preparo convencional, recomenda-se aplicar entre 10 e 30 kg de N/ha na semeadura, dependendo da expectativa de rendimento, e o restante da dose em cobertura a lanço ou em sulco, quando as plantas estiverem com quatro a oito folhas expandidas, conforme escala de Ritchie et al. (1993). Em condições de precipitação intensa ou se a dose de N for elevada, pode-se fracionar a aplicação em duas partes, com intervalo de 15 a 30 dias.

No sistema plantio direto, recomenda-se aplicar entre 20 e 30 kg de N/ha na semeadura, quando esta for feita sobre resíduos de gramíneas e entre 10 e 15 kg de N/ha, quando a semeadura for sobre resíduos de leguminosas. Bons resultados têm sido obtidos com a aplicação da adubação nitrogenada em cobertura no estágio de 4 a 6 folhas em lavoura sob sistema plantio direto, especialmente nos primeiros anos de implantação do sistema e em solos com baixa disponibilidade de N. A incorporação de N em cobertura em relação à aplicação a lanço aumenta o rendimento em cerca de 5%. Destaca-se que, em condições de umidade do solo adequada

e em clima favorável (15 a 30 mm de precipitação após à aplicação, dependendo da textura do solo), os adubos nitrogenados apresentam eficiência semelhante, devendo ser usada a fonte com menor custo unitário de N. O fracionamento da aplicação de N em cobertura é indicado quando a dose é elevada. Em Argissolo Vermelho Distrófico típico, foi observado que, em áreas com boa fertilidade e com sistema de semeadura direta bem estabelecido (mais de dez anos), o parcelamento da dose de nitrogênio em cobertura não incrementou o rendimento de grãos de milho, mesmo em condições de elevada precipitação e com a aplicação de doses altas do nutriente.

As doses indicadas pressupõem que a maioria dos fatores de produção esteja em níveis adequados. Dessa forma, em muitas situações, haverá necessidade de ajustes locais, tanto da adubação, como da calagem.

Para híbridos modernos e de elevado potencial produtivo, pesquisas recentes têm indicado a possibilidade de aplicação de parte do N em cobertura até o espigamento, caso se observe sintomas evidentes de deficiência desse nutriente nas plantas.

3.2.3.2 Nitrogênio para milho pipoca

As doses de nitrogênio indicadas para a cultura de milho pipoca são apresentadas na Tabela 3.2.4. Neste caso, a expectativa de rendimento ≤ 3 t/ha, com o mesmo manejo da adubação nitrogenada recomendado para milho, tanto no sistema de preparo convencional como no plantio direto.

Tabela 3.2.4 Doses de nitrogênio para a cultura de milho pipoca nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina ⁽¹⁾.

Teor de matéria de orgânica do solo %	Nitrogênio kg de N/ha
< 2,5	70
2,6 – 5,0	50
> 5,0	≤ 30

⁽¹⁾ As quantidades de N são indicadas para rendimento ≤ 3 t/ha. Para expectativa de rendimento maior que 3 t/ha, acrescentar 15 kg de N/ha, por tonelada adicional de grãos a serem produzidos.

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

3.2.3.3 Nitrogênio para sorgo

As doses de nitrogênio indicadas para a cultura de sorgo são apresentadas na Tabela 3.2.5, variando em função do nível de matéria orgânica do solo, considerando-se uma expectativa de rendimento ≤ 3 t/ha de grãos em anos com precipitação pluviométrica normal.

Aplicar 20 kg de N/ha na semeadura e o restante em cobertura, quando as plantas estiverem com cinco a sete folhas expandidas (aproximadamente 30 a 35 dias após a emergência), antes do início da diferenciação do primórdio floral. A adubação nitrogenada em cobertura pode ser parcial ou totalmente suprimida, dependendo das condições de clima.

Tabela 3.2.5 Doses de nitrogênio para a cultura de sorgo nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina ⁽¹⁾.

Teor de matéria de orgânica do solo %	Nitrogênio kg de N/ha
< 2,5	60
2,6 – 5,0	40
> 5,0	20

⁽¹⁾ As quantidades de N são indicadas para rendimento ≤ 3 t/ha. Para expectativa de rendimento maior que 3 t/ha, acrescentar 15 kg de N/ha, por tonelada adicional de grãos a serem produzidos.

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

3.2.3.4 Fósforo e potássio

As quantidades de fertilizantes contendo P e K a aplicar variam em função de seus teores no solo. O limite o teor “Médio” e “Alto” é considerado o teor crítico de P e de K no solo (Tabela 3.2.6), a partir do qual pouco incremento no rendimento é esperado com a aplicação de fertilizantes contendo esses nutrientes.

As doses de P_2O_5 e de K_2O (Tabelas 3.2.7 e 3.2.8) são indicadas em função de dois critérios básicos: a) a quantidade necessária para o solo atingir o teor crítico em duas safras (adubação corretiva gradual) e b) a exportação desses nutrientes pelos grãos e perdas diversas. Com base nesses critérios, ter-se-á uma adubação balanceada em termos de manutenção da fertilidade do solo e de previsão de retornos econômicos satisfatórios. As doses das Tabelas 3.2.7 e 3.2.8 presumem rendimento ≤ 4 t/ha para milho e ≤ 3 t/ha para milho pipoca e sorgo. Para rendimento maior, deverão ser acrescentados, por tonelada de grãos, 15 kg/ha de P_2O_5 e 10 kg/ha de K_2O para as três culturas citadas. Na Tabela 3.2.6, os teores de P e de K interpretados como “Alto” e “Muito alto” representam situações nas quais é esperado desenvolvimento máximo da cultura e as doses de P_2O_5 e de K_2O indicadas para essas faixas nessas Tabelas representam a adubação de manutenção (45 kg/ha de P_2O_5 e 30 kg/ha de K_2O para milho e 35 kg/ha de P_2O_5 e 25 kg/ha de K_2O para milho pipoca e sorgo). Decorridas duas safras após a aplicação das doses indicadas, recomenda-se realizar nova análise de solo para planejar a adubação das próximas duas safras.

As doses indicadas pressupõem que a maioria dos fatores de produção estejam em níveis adequados. Dessa forma, em muitas situações, haverá necessidade de ajustes locais, tanto da adubação, como da calagem.

Para permitir o ajuste das doses em função das fórmulas de fertilizantes existentes no mercado, pode-se admitir uma variação de ± 10 kg/ha nas quantidades recomendadas nas Tabelas 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.7 e 3.2.8, sobretudo nas doses mais elevadas.

Tabela 3.2.6 Interpretação dos teores de fósforo e de potássio no solo nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Interpretação	P Mehlich-I				P-resina em lâmina	K Mehlich-I		
	Classe textural do solo ⁽¹⁾					CTC _{pH7,0} cmolc/dm ³		
	1	2	3	4		>15,0	5,1-15,0	≤5,0
	mg P/dm ³					mg K/ dm ³		
Muito Baixo	≤2	≤3	≤4	≤7	≤5	≤30	≤20	≤15
Baixo	2,1-4	3,1-6	4,1-8	7,1-14	5,1-10	31-60	21-40	16-30
Médio	4,1-6	6,1-9	8,1-12	14,1-21	10,1-20	61-90	41-60	31-45
Alto	6,1-12	9,1-18	12,1-24	21,1-42	20,1-40	91-180	61-120	46-90
Muito Alto	>12	>18	>24	>42	>40	>180	>120	>90

⁽¹⁾ Teor de argila: classe 1: >60%; classe 2: 60-41%; classe 3: 40-21%; classe 4: ≤ 20%.

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

Tabela 3.2.7 Doses de fósforo e de potássio para a cultura de milho nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina⁽¹⁾.

Interpretação	Fósforo		Potássio	
	1º cultivo	2º cultivo	1º cultivo	2º cultivo
	kg de P ₂ O ₅ /ha		kg de K ₂ O/ha	
Muito baixo	125	85	110	70
Baixo	85	65	70	50
Médio	75	45	60	30
Alto	45	45	30	30
Muito alto	0	≤45	0	≤30

⁽¹⁾ As quantidades de N são indicadas para o rendimento ≤ 4 t/ha. Para rendimento superior a 4 t/ha, acrescentar 15 kg P₂O₅ por tonelada e 10 kg K₂O por tonelada aos valores da tabela, por tonelada adicional de grãos a ser produzida.

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

Tabela 3.2.8 Doses de fósforo e de potássio para as culturas de milho pipoca e sorgo nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina ⁽¹⁾.

Interpretação	Fósforo		Potássio	
	1ª cultivo	2ª cultivo	1ª cultivo	2ª cultivo
	kg de P ₂ O ₅ /ha		kg de K ₂ O/ha	
Muito baixo	115	75	105	65
Baixo	75	55	65	45
Médio	65	35	55	25
Alto	35	35	25	25
Muito alto	0	≤35	0	≤25

⁽¹⁾ As quantidades de N são indicadas para rendimento ≤ 3 t/ha. Para rendimento superior a 3 t/ha, acrescentar 15 kg P₂O₅/t e 10 kg K₂O/t aos valores da tabela, por tonelada adicional de grãos a ser produzida.

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

3.2.3.4.1 Fontes de fósforo e de potássio

Para os adubos fosfatados total ou parcialmente solúveis, a dose de P₂O₅ deve ser calculada levando em consideração o teor de P₂O₅ solúvel em água e em citrato neutro de amônio. No caso dos termofosfatos e das escórias, as quantidades devem ser calculadas levando-se em consideração o teor de P₂O₅ solúvel em ácido cítrico a 2%, na relação 1/100.

Os fosfatos naturais reativos apresentam baixa solubilidade em água, mas são eficientes como fonte de P, particularmente em solos com pH menor que 5,5. Com base no efeito desses fosfatos, verificou-se que eles tendem a ser equivalentes aos fertilizantes solúveis na segunda ou terceira cultura após a aplicação, mas proporcionam menor rendimento de grãos na primeira cultura (em torno de 20%), quando comparados com fosfatos acidulados (superfosfato triplo, superfosfato simples). Em solos com teor elevado de P, não se observaram diferenças no rendimento de grãos entre os fosfatos naturais reativos e os fosfatos acidulados, tanto em aplicações a lanço como na linha de semeadura. Sua indicação, portanto, é mais adequada em solos com pH inferior a 5,5 e com teor médio ou alto de P. A dose deve ser estabelecida em função do teor total de P₂O₅.

As fontes de fertilizantes potássicos são cloreto de potássio (KCl) e sulfato de potássio (K₂SO₄), sendo ambos solúveis em água e de eficiência equivalente.

Na escolha de qualquer fonte de P ou de K deve ser considerado o custo da unidade de P₂O₅ e K₂O posto na lavoura, levando em conta os critérios de solubilidade acima indicados.

3.2.5 Fertilizantes orgânicos

Fertilizantes orgânicos podem ser usados nas culturas de milho e sorgo. As doses de N, P₂O₅ e K₂O devem ser as mesmas das Tabelas 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.7 e 3.2.8 e o cálculo deve ser realizado levando em consideração a velocidade de liberação dos nutrientes desses produtos no solo. Em geral, a liberação de nutrientes dos resíduos orgânicos (camas e esterco), na primeira safra, é cerca de 50% para N e 80% para P. Já o K é liberado integralmente na primeira safra. Salienta-se que o índice de eficiência do N e do P varia com o tipo de adubo orgânico utilizado.

3.2.6 Fertilizantes organo-minerais

Este grupo de fertilizantes provém da mistura de fertilizantes orgânicos e minerais. Para

atenderem à legislação, devem apresentar garantias mínimas de 25 % de matéria orgânica, 50 % de matérias-primas de origem orgânica, umidade máxima de 20 % e os teores de $N-P_2O_5-K_2O$ declarados no registro. O cálculo da dose a usar deve ser feito com base nos teores de N, de P_2O_5 , de K_2O e de outros nutrientes. A fração orgânica desses fertilizantes não aumenta a eficiência de aproveitamento de N, P e K pelas plantas. A escolha desses produtos deve considerar o custo da unidade de $N-P_2O_5-K_2O$.

3.2.7 Fertilizantes foliares

A possibilidade da utilização de fertilizantes via foliar nas culturas de milho e sorgo é, potencialmente, para suprimento de micronutrientes, tendo como critério de decisão, a análise foliar. Entretanto, os resultados de pesquisa com vários tipos de fertilizantes foliares não indicam vantagem de seu emprego nessas culturas.

3.2.8 Micronutrientes

As informações de pesquisas realizadas nos últimos anos indicam que a maioria dos solos apresenta disponibilidade adequada de micronutrientes (Zn, Cu, B, Mo, Mn, Fe, Cl e Co), não havendo incremento na produção com a sua aplicação, apesar de, às vezes, as plantas apresentarem mudanças no aspecto visual. Em adição, deve ser considerado que a maioria dos fertilizantes fosfatados e os corretivos da acidez apresentam alguns desses nutrientes em sua composição. Já os adubos orgânicos podem conter concentrações significativas de micronutrientes. Por essa razão, a sua aplicação só deve ser realizada se a análise de solo ou do tecido foliar indicar evidente deficiência.

3.2.9 Enxofre e gesso agrícola

O gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) é uma fonte de enxofre e de cálcio às plantas. Na forma comercial, contém 13% de S e 16% de Ca. Excetuando o fosfato monoamônico (MAP) e o fosfato diamônico (DAP), as demais fontes de P contém Ca, variando de 12% no superfosfato triplo a 18% no superfosfato simples. Entre as alternativas de fontes de enxofre, o superfosfato simples apresenta 10% a 12% de enxofre. Em adição, fórmulas $N-P_2O_5-K_2O$ contendo baixo teor de P_2O_5 , geralmente são elaboradas com superfosfato simples e, portanto, contém S.

No caso de comprovação de deficiência de enxofre, pela análise de solo ($< 10 \text{ mg S/dm}^3$), indica-se usar cerca de $20 \text{ a } 30 \text{ kg ha}^{-1}$ de S. Solos arenosos e com baixo teor de matéria orgânica apresentam deficiência de S mais frequentemente.

Com relação ao uso de gesso agrícola como condicionador químico de camadas subsuperficiais, os resultados de pesquisa indicaram não haver resposta das culturas de milho e de sorgo ao produto na região Sul do Brasil.

3.2.10 Relação Ca/Mg do solo

Em situações normais, a relação Ca/Mg trocáveis do solo é de cerca de 3:1. Em alguns solos, os teores de Ca e de Mg trocável podem ser semelhantes, resultando numa relação Ca/Mg próxima a 1, podendo variar em função da composição natural do solo e do manejo de fertilizantes e corretivos. Aparentemente, não há efeitos prejudiciais dessa condição na produtividade das culturas, entre elas as de milho e sorgo. A razão para isso provavelmente decorre do fato da relação Ca/Mg na análise ser muito diferente da que existirá na superfície das raízes. Assim sendo, considerando o nível de conhecimento geral sobre o assunto, pressupõe-se que uma relação baixa desses nutrientes não deve resultar em danos às culturas, desde que os teores individuais no solo estejam acima dos valores considerados críticos. Dessa forma, se a relação Ca/Mg for próxima de 1, o emprego de calcário calcítico só se justifica se o preço for equivalente ao do calcário dolomítico. Por outro lado, relações amplas de Ca:Mg do solo, variando de 2 a 40, não tem prejudicado o crescimento das culturas, desde que os teores de Ca e Mg trocáveis do solo sejam $> 2,0$ e $> 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, respectivamente.

4. CULTIVARES

4.1 Cultivares de Milho

Encontram-se à disposição do produtor um grande número de cultivares comerciais de milho. Quanto ao ciclo, são classificadas em superprecoces, precoces e normais (tardias). Quanto ao tipo, são classificadas em dois grupos: cultivares híbridas e cultivares de polinização aberta (variedades).

Cultivares Híbridas

a) Híbrido Simples: resultante do cruzamento de duas linhagens.

b) Híbrido Simples Modificado: utiliza-se como genitor feminino o híbrido de duas linhagens "irmãs" e como genitor masculino outra linhagem.

c) Híbrido Triplo: resultante do cruzamento de um híbrido simples com uma terceira linhagem. O híbrido triplo também pode ser obtido sob a forma de híbrido modificado.

d) Híbrido Duplo: resultante do cruzamento de dois híbridos simples, envolvendo quatro linhagens.

Cultivares de Polinização Aberta

Variedades Melhoradas: população de plantas que se inter cruzam livremente. Em razão de terem passado por processo de seleção, apresentam frequência de genes favoráveis mais elevada que populações originais ou não melhoradas.

Variedades Locais ou Crioulas: população de plantas que se inter cruzam livremente, e não passaram por processo de seleção em programas de melhoramento. Não apresentam registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Os diferentes tipos de cultivares de milho apresentam vantagens e desvantagens, que podem ser analisadas sob três aspectos principais: uniformidade, produtividade e estabilidade (menor variação em uma gama de ambientes).

Os híbridos simples apresentam as vantagens de maior uniformidade e potencial produtivo quando comparados aos híbridos triplos, duplos e variedades melhoradas. No entanto, como regra geral, apresentam maior custo na aquisição de sementes.

Para os híbridos expressarem seu potencial de rendimento precisam de manejo adequado, práticas culturais, tratamentos fitossanitários, disponibilidade de água, adubação de base e nitrogênio em cobertura, nas doses recomendadas, razão pela qual tornam-se mais adequados para produtores com expectativa de elevado rendimento.

As variedades melhoradas, além do menor custo da semente, não apresentam redução no potencial produtivo quando semeadas na safra seguinte, o que possibilita aos produtores a produção de semente própria, por período não superior a três safras consecutivas.

4.1.1 Critérios de escolha de cultivares

A escolha da cultivar de milho mais adequada para semeadura é de extrema importância e cabe a cada produtor decidir qual a melhor estratégia a ser adotada em sua propriedade. Fatores como características da propriedade, nível tecnológico do produtor, capital financeiro disponível, época de semeadura, ciclo e tipo de cultivar devem ser considerados, de modo a otimizar o rendimento de grãos e de silagem. Além das características inerentes a cada tipo de cultivar, é indispensável que se verifique a indicação da mesma para a região onde será cultivada.

4.1.1.1 Nível de tecnologia a ser adotado

Em áreas tecnificadas, com uso adequado de insumos (adubos, herbicidas, inseticidas, irrigação, etc.), em que se espera obter rendimento de grãos elevado, a utilização de híbridos tem sido vantajosa. O maior potencial de rendimento de grãos dos híbridos deve-se ao chamado vigor híbrido ou efeito de heterose que se manifesta na geração F1. O vigor híbrido se expressa na progênie de duas ou mais linhagens endogâmicas onde grande quantidade de genes permanece em heterozigose. Na geração seguinte (F2), ocorre segregação gênica e genes recessivos desfavoráveis podem permanecer na condição heterozigótica. Desta forma, para pleno uso do vigor híbrido, indica-se a aquisição de semente a cada ano de cultivo. A redução do potencial de produtividade de plantas da segunda geração em relação à da primeira é de 10 a 15%.

Na escolha do tipo de híbrido a ser utilizado, deve-se considerar o nível de tecnologia a ser adotado. Até pouco tempo atrás, os híbridos simples e simples modificados, por terem base genética mais estreita, eram considerados sensíveis às condições ambientais e expressavam melhor seu potencial proporcionalmente à melhoria das condições de ambiente. No entanto, resultados de pesquisa obtidos recentemente com híbridos simples modernos mostram que há vantagem técnico-econômica com sua adoção, mesmo sob condições em que há estresse. Neste sentido, um dos aspectos importantes na escolha do tipo de cultivar é o poder aquisitivo do produtor, já que com as sementes de híbrido simples há maior dispêndio para aquisição do que com as de híbrido duplo ou de variedade de polinização aberta melhorada.

As variedades melhoradas de milho resultam de algumas técnicas de melhoramento que não conduzem à homozigose. Diferentemente dos híbridos, as variedades não se baseiam na utilização da heterose para atingir seu potencial de rendimento de grãos. No entanto, apresentam maior potencial de rendimento de grãos e uniformidade de planta em relação às variedades comuns de polinização aberta. Quando comparadas com os híbridos, têm menor potencial de rendimento de grãos e menor uniformidade de planta. As sementes das variedades melhoradas podem ser usadas por dois a três anos, sem redução significativa do potencial de rendimento, dispensando, portanto, a aquisição anual.

Independentemente do nível de tecnologia a ser adotado, a escolha da cultivar de milho vai depender também do tamanho da área cultivada. Em lavouras de tamanho médio ou grande, deve-se indicar uso de mais de uma cultivar, com características de planta e de ciclo distintas, visando contornar situações específicas de estresse.

4.1.1.2 Região de cultivo, época de semeadura e sistemas de rotação e sucessão de culturas

As cultivares de milho indicadas para cultivo no Rio Grande do Sul podem apresentar ciclo superprecoce, precoce ou normal. A maior diferença de ciclo entre elas ocorre no período emergência ao florescimento. Em regiões mais frias, o ciclo das cultivares se alonga devido à ocorrência de temperatura de ar mais baixa. Nessa condição, deve-se indicar o uso de cultivares superprecoces e precoces em relação às de ciclo normal.

Na semeadura do cedo (agosto/setembro) nas regiões mais quentes do Estado, as cultivares de ciclo superprecoce e precoce são mais adequadas por tolerarem temperatura de solo mais baixa que as de ciclo normal durante o subperíodo semeadura-emergência. Do mesmo modo, na semeadura do tarde (dezembro/janeiro) deve-se dar preferência à utilização de cultivares precoces ou superprecoces como estratégia de escape de ocorrência de geada precoce no outono, que interrompe o processo de enchimento de grãos.

Em áreas de várzea, em sistemas de rotação com arroz irrigado, deve-se também considerar na escolha das cultivares aspectos como tolerância ao excesso de umidade no solo e ao acamamento e quebramento, colmos vigorosos, baixa estatura e baixa inserção de espiga. De modo geral, as cultivares superprecoces e precoces têm dado melhores resultados nessas áreas.

Quando o milho participa como primeira cultura de um sistema de sucessão, deve-se utilizar cultivares precoces ou superprecoces para reduzir seu ciclo de desenvolvimento e, conseqüentemente, não retardar muito a época de semeadura da cultura em sucessão. As sucessões milho “do cedo”, semeado em agosto e setembro, e feijão “do tarde” e milho “do

cedo” e batata “de safrinha” constituem-se em exemplos de sistemas em que é indicado o uso de cultivares de milho de ciclo mais curto. Da mesma forma, quando o milho é cultivado em épocas tardias (dezembro, janeiro) em sucessão ao feijão da safra e ao fumo, deve-se indicar a utilização de cultivares de ciclo mais curto. precoces e superprecoces.

4.1.1.3 Objetivo da produção

A escolha da cultivar de milho vai depender do objetivo da produção, se para grãos ou para silagem. Para silagem, as cultivares superprecoces e precoces produzem um produto de melhor qualidade devido à maior proporção de grãos na planta. As cultivares de ciclo normal, por apresentarem maior estatura de planta e maior produção de massa verde, originam maior volume de produção, porém com menor qualidade. Vale destacar que entre as cultivares superprecoces e precoces há híbridos mais indicados do que outros para confecção de silagem, seja de planta inteira ou de grão úmido.

O tipo e a distribuição do endosperma influenciam as características dos grãos de milho e, por conseguinte, sua forma de uso. O grão de milho é composto por dois tipos de endosperma: o endosperma córneo, duro ou vítreo, formado por grande número de grãos de amido pequenos e poligonais, e o endosperma mole ou farináceo, composto por grãos de amido maiores e arredondados. Conforme o tipo e a distribuição de endosperma nos grãos, as cultivares podem ser classificadas nos seguintes grupos:

Dentado – as partes laterais dos grãos são compostas por endosperma duro, enquanto o centro é formado por endosperma mole. Pelo fato do endosperma mole contrair-se mais que o duro durante o processo de perda de umidade, há formação de uma depressão na parte superior do grão, semelhante a um alvéolo dental. As cultivares diferenciam-se quanto ao grau de dentamento do grão. A sua maior parte apresenta grãos semiduros ou semidentados. Os grãos dentados são mais moles e de fácil trituração, sendo mais indicados para fornecimento “in natura” aos animais. No entanto, eles requerem maior cuidado no armazenamento que os grãos mais duros.


Duro – por ser composto principalmente por endosperma córneo ou vítreo, este tipo de grão apresenta melhor condição de armazenamento e menor germinação na espiga.

Pipoca – também é considerado um milho duro, diferindo apenas pelo fato de que os grãos são menores que os de milho duro comum. Além disto, possuem o pericarpo rígido e espaçamento entre os grânulos de amido no interior do grão, características que conferem capacidade de expansão ao endosperma.

Doce – um gene específico previne ou retarda a conversão normal da sacarose em amido durante o desenvolvimento do endosperma. Devido a este processo, os grãos de milho doce apresentam-se enrugados na maturação. Este tipo de milho é cultivado para consumo humano no estado de grãos leitosos. O cultivo de milho doce apresenta três grandes restrições: baixa produtividade de grãos, devido ao baixo vigor de planta, elevada incidência de pragas e a rápida perda de qualidade dos grãos após a colheita, caso não sejam consumidos ou processados industrialmente. As suas grandes vantagens em relação ao milho comum estão na maior qualidade para consumo, devido ao maior teor de açúcar nos grãos, alta palatabilidade, devido ao pericarpo fino, e o maior tempo de permanência em ponto ótimo de colheita da espiga.

Além do tipo e da distribuição do endosperma, a cor e a qualidade dos grãos de milho são características que devem ser levadas em consideração na escolha da cultivar. A maioria das cultivares de milho apresenta grãos com coloração amarela, amarelo-alaranjada, vermelho-alaranjada e alaranjada. No entanto, há cultivares que têm pericarpo e endosperma com coloração branca. A vantagem desta característica é possibilitar a mistura da farinha de milho à de trigo, dentro de certos limites, sem alterar a cor da farinha de trigo. Esta característica é importante na comercialização desse produto.

Estes são os principais critérios que devem nortear o produtor na escolha de cultivares



de milho para uma determinada região e sistema de cultivo. Além disto, o produtor tem que considerar sua adaptação às características de clima e solo da região e a intensidade de uso de outros insumos, como fertilizantes e defensivos.

A partir da safra 2011/12, após dois anos de avaliações na Rede Estadual de Avaliação de Cultivares de milho, híbridos com a tecnologia Bt estão sendo indicados.

No Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), por meio da lei número 11.105, de 24 de março de 2005, determinou regras para garantir a coexistência entre cultivos transgênicos e não-transgênicos. A adoção dessas regras é fundamental para preservar a liberdade de escolha dos produtores, tanto pelo milho convencional quanto pelo milho transgênico. É fundamental o cumprimento das normas da CTNBio e do que determina a Lei de Biossegurança. Aspectos das regras são apresentados no capítulo 8, Manejo Integrado de Pragas.

Tabela 4.1 Relação das cultivares de milho para o Estado do Rio Grande do Sul, safra 2011/2012 e algumas características analisadas nas safras de 2009/2010 e 2010/2011. (AP = altura da planta, AE = altura da espiga, DP = dias da emergência até 50% do pendoamento e rendimento de grão em kg/ha a 13% de umidade). Primeira parte.

Observações das empresas obtentoras/mantenedoras							Resultados da pesquisa pública								
Híbrido	Empresa	Tipo (1)	Ciclo (2)	Plantio pref. (3)	Classe (4)	Tipo Grão (5)	Safr 2009/10			Safr 2010/11			Rendimento (kg/ha)		
							AP	AE	DP	AP	AE	DP	Safr 2009/10	Safr 2010/11	
AS 32 *	Agroeste	HD	P	C/N/T	amar	s. duro	--	-	-	213	124	72	-	-	9161
AS 1551 YG	Agroeste	HS	P	C/N/T	amar	s. duro	203	104	63	230	124	70	9217	10177	
AS 1555 YG	Agroeste	HS	P	C	alar	duro	223	116	66	239	127	73	9637	10394	
AS 1572YG*	Agroeste	HT	P	C/N	alar	duro	220	116	63	235	130	69	9262	10224	
AS 1573YG*	Agroeste	HS	P	C/N	amar	s. duro	239	135	66	242	144	73	9881	10001	
AS 1578YG	Agroeste	HS	P	C/N	alar	duro	224	115	66	234	127	71	9700	10028	
AS 3466	Agroeste	HT	P	N/T	lar	duro	-	-	-	216	120	75	-	-	8884
BM 911	Biomatrix	HS	SP	N	amar alar	s. duro	-	-	-	216	119	69	-	-	9569
BM 207	Biomatrix	HT	P	N	amar alar	s. duro	225	131	68	238	142	75	9402	10162	
CD 308 *	Coodetec	HD	P	C/N/T	alar	s. dent	210	110	66	218	123	72	8441	9294	
CD 321*	Coodetec	HS	P	P	amar	s. dent	214	110	68	-	-	-	8604	--	
CD 327	Coodetec	HSm	P	P	alar	duro	230	131	68	-	-	-	8685	-	
CD 384*	Coodetec	HT	P	C	alar	s. dent	225	110	67	235	131	75	9450	10157	
CD 388	Coodetec	HD	P	C	amar	s. dent	221	121	65	234	138	71	8531	9045	
DKB 177	Dekalb	HS	P	C/N	lar	duro	-	-	-	235	138	76	-	-	10665

DKB 240YG	Dekalb	HS	P	C/N	alar	s. duro	209	103	61	225	117	67	9364	10566
DKB 245	Dekalb	HS	P	C/N/T	lar	duro	220	133	68	217	128	75	10350	10847
DKB 566YG	Dekalb	HT	P	C/N/T	alar	s. dent	221	114	62	240	133	69	9084	10203
DKB 615	Dekalb	HT	SP	N/T	alar	s. duro	-	-	-	224	128	72	-	8725
DKB 979 *	Dekalb	HD	P	C/N/T	alar	s. duro	219	117	68	227	118	75	9385	8849
BRS1002	Embrapa	HS	P	N	amaralar	s. duro	234	119	67	-	-	-	9399	-
PMS 3919	Embrapa	HS	SP	N	lar aver	s. dent	-	-	-	214	117	71	-	8608
FEPAGRO S 395 *	Fepagro/ Semilha	HT	P	N	amaralar	s. dent	219	110	64	219	122	70	8266	9124
S. 397	Fepagro/ Semilha	HT	SP	C/N	alar	s. duro	211	113	64	-	-	-	8969	-
FTH 404	Sementes	HD	P	N	alar	s. duro	231	124	67	-	-	-	8949	-
FTH 900	Sementes	HT	P	N	alar	s. duro	224	127	67	-	-	-	8551	-
FTH 960	Sementes	HT	SP	C	averm	duro	227	117	67	-	-	-	10104	-
GNZ 2005	Geneze Sementes	HD	P	C/N	alar	s. duro	225	120	66	-	-	-	8601	-
KSP 1356	KSP Sementes	HS	P	C/N	vermalar	s. duro	226	120	64	-	-	-	8965	-
Bx 898*	Nidera Sementes	HS	SP	C	alar	s. dent	207	110	63	-	-	-	8323	-

Valores médios obtidos em experimentos a campo coordenados pela FEPAGRO, com a colaboração da EMATER, EMBRAPA, COSUEL,IFRS, SETREM, UFSM, UNIJUI e MONSANTO durante dois ou mais anos em Aratiba, Augusto Pestana, Capão do Leão, Coxilha, Encantado, Independência, Passo Fundo, Pelotas, Santa Maria, Santo Augusto, Sertão, Vacaria e Veranópolis com densidades equivalentes a 60.000 plantas por hectare para os híbridos de ciclo superprecoce e precoce.

(1) Tipo: Híbrido Simples (HS); Híbrido Simples modificado (HSm); Híbrido Triplo (HT); Híbrido Triplo modificado (HTm); Híbrido Duplo (HD).

(2) Ciclo: Superprecoce (SP); Precoce (P); Tardio (T).

(3) Época de plantio preferencial em sintonia com o zoneamento agrícola: Cedo (C); Normal (N); Tardio (T).

(4) Classe: Amarelo (AMAR); Alaranjado (ALAR); Avermelhado (AVER); Laranja (LAR).

(5) Tipo de grão: Dentado (DENT); Semidentado (S. DENT); Semiduro (S. DURO); Duro (D).

(*) Cultivares com aptidão para silagem de planta inteira.

(**) Cultivares com tecnologia Bt (Vieldgard (YYG) ou Herculex(H/Hx)).

Híbrido	Observações das empresas obtentoras/mantenedoras										Resultados da pesquisa pública					
	Empresa	Tipo (1)	Ciclo (2)	Plantio pref. (3)	Classe (4)	Tipo Grão (5)	Safr 2009/10			Safr 2010/11			Rendimento (kg/ha)			
							AP	AE	DP	AP	AE	DP	Safr 2009/10	Safr 2010/11		
BG 7060*	Biogene	HT	P	C/N	lar	s. duro	235	127	68	228	128	73	9141	10088		
30 B 39*	Pioneer	HT	P	C/N/T	alar	s. duro	239	133	70	241	132	76	9688	10500		
32 R 22*	Pioneer	HS	SP	C/n	amar alar	s. duro	224	103	60	217	120	67	8717	8562		
32 R 48	Pioneer	HS	SP	C/N/T	lar	s. duro	217	102	64	228	122	71	8755	9368		
30 F 36	Pioneer	HS	P	C/N	alar	s. duro	234	123	69	233	127	77	10771	11140		
30 F 53	Pioneer	HS	P	C/N	alar	s. duro	211	109	68	217	124	73	10288	10313		
30 F 53 H	Pioneer	HS	P	C/N	alar	s. duro	225	125	66	237	129	72	10070	10711		
30 R 50	Pioneer	HS	P	C/N	alar	s. duro	222	122	67	223	127	72	9760	9927		
BG 7060 Y*	Biogene	HT	P	C/N	lar	s. duro	237	136	68	241	131	74	9318	10412		
PRE 22D11	Prezzotto	HD	SP	N	alar	s. duro	219	125	67	234	137	73	7390	8357		
PRE 22S11	Prezzotto	HS	SP	N	alar	s. duro	207	107	68	214	123	73	8814	8917		
PRE 22T10	Prezzotto	HT	SP	N	alar	s. duro	217	116	67	229	138	75	7292	8508		
SHS 5050	Santa Helena	HT	SP	C/N/T	alar	s. duro	205	111	64	216	123	69	8824	8564		
SHS 5070	Santa Helena	HT	SP	C/N/T	lar	duro	215	122	68	228	127	74	8503	8422		
SHS 4060 *	Santa Helena	HD	P	C/N/T	alar	s. duro	225	122	69	-	-	-	9181	-		
SHS 4080 *	Santa Helena	HD	P	C/N/T	alar	s. duro	237	124	69	232	133	75	8933	9636		
SHS 5080 *	Santa Helena	HT	P	C/N/T	alar	s. duro	234	124	66	-	-	-	9260	-		
SHS 5550	Santa Helena	HT	P	C/N	averm	duro	211	114	66	221	132	72	8030	8873		
SHS 7070	Santa Helena	HS	P	C/N	aver	duro	232	127	69	-	-	-	8580	-		
SHS 7080	Santa Helena	HS	P	C/N	alar	s. duro	225	126	68	227	123	71	9199	8522		
SHS 7090	Santa Helena	HS	SP	C/N	lar	s. duro	192	107	67	212	124	71	7727	7787		

SHS 7770	Santa Helena	HS	P	C/N	lar	duro	208	113	64	225	132	72	8969	10094
XB 6012	Semeali	HS	P	N	alar	s. dent	224	136	68	-	-	-	9980	-
AG 6020	Sementes Agroceres	HD	SP	N/T	lar	s. duro	-	-	-	212	122	71	-	8047
AG 9020 *	Sementes Agroceres	HS	SP	C/N	amar	s. dent	210	103	62	-	-	-	7079	-
AG 9045	Sementes Agroceres	HS	SP	C/N/T	alar	s. duro	205	107	63	215	119	68	8890	10388
AG 122 *	Sementes Agroceres	HD	P	C/N/T	amar	s. dent	225	126	68	238	136	75	8550	9344
AG 2020 *	Sementes Agroceres	HD	P	C/N	alar	s. duro	215	110	64	-	-	-	8426	-
AG 5011 *	Sementes Agroceres	HT	P	C/N/T	amar	s. dent	206	120	68	221	128	73	8577	9677
AG 8011 YG	Sementes Agroceres	HSm	P	C/N/T	alar	s. dent	210	104	61	226	118	68	9337	9943
AG 8022YG	Sementes Agroceres	HS	P	N/T	alar	s. duro	210	106	65	233	128	72	9733	10261
AG 8025	Sementes Agroceres	HS	P	C/N	alar	s. duro	213	105	64	222	118	70	10020	10703
AG 8041YG	Sementes Agroceres	HS	P	N/T	lar	s. duro	222	117	65	243	133	72	9319	10143
DOW 2B587	Sementes Dow	HS	P	C/N/T	amar	s. dent	216	112	67	213	120	74	10947	10217
DOW 2B604 Hx*	Sementes Dow	HS	P	C/N/T	alar	s. duro	234	129	69	243	132	75	9572	10515
DOW 2B655*	Sementes Dow	HT	P	C/N	alar	s. duro	228	118	65	231	127	74	9460	10056
DOW. 2B688	Sementes Dow	HT	P	C/N/	alar	s. duro	214	110	66	229	128	74	10059	9911
SG 6302	Sementes Guerra	HS	SP	C/N/T	amar	s. duro	216	116	66	-	-	-	8067	-
SG 6418 *	Sementes Guerra	HD	SP	N/T	alar	duro	217	112	65	-	-	-	9233	-
SG 6010*	Sementes Guerra	HS	P	C/N/T	amar	s. duro	221	118	68	-	-	-	9851	-

Valores médios obtidos em experimentos a campo coordenados pela FEPAGRO, com a colaboração de EMATER, EMBRAPA, COSUEL,IFRS, SETREM, UFSM, UNIUIJ e MONSANTO durante dois ou mais anos em: Aratiba; Augusto Pestana; Capão do Leão; Coxima; Encarnado; Independência; Passo Fundo; Pelotas; Santa Maria; Santo Augusto; Seritoá; Vacaria e Veranópolis com densidades equivalentes a 60.000 plantas por hectare para os híbridos de ciclo superprecoce e precoce.

(1) Tipo: Híbrido Simples (HS); Híbrido Simples modificado (HSm); Híbrido Triplo (HT); Híbrido Triplo modificado (HTm); Híbrido Duplo (HD).

(2) Ciclo: Superprecoce (SP); Precoce (P); Tardio (T).

(3) Época de plantio preferencial em sintonia com o zoneamento agrícola: Ceado (C); Normal (N); Tardio (T).

(4) Classe: Amarelo (AMAR); Alaranjado (ALAR); Avermelhado (AVER); Laranja (LAR).

(5) Tipo de grão: Dentado (DENT); Semidentado (S. DENT); Semiduro (S. DURO); Duro (D).

(*) Cultivares com aptidão para silagem de planta inteira.

(**) Cultivares com tecnologia Bt (Yieldgard (Y/G) ou Herculex(H/Hx)).

Tabela 4.1.1 Relação das cultivares de milho para o estado do Rio Grande do Sul, safra 2010/2011, avaliadas em safras anteriores. Características fornecidas pelas empresas obtentoras/mantenedoras.

Híbrido	Empresa	Tipo (1)	Ciclo (2)	Semeadura pref. (3)	Classe (4)	Tipo de grão (5)
AS 1535	Agroeste	HSm	P	C	amar alar	s. duro
AS 1540	Agroeste	HSm	P	C	alar	s. duro
AS 1548	Agroeste	HSm	P	C/N/T	lar	s. duro
AS 1550	Agroeste	HS	SP	C/N	aver	s. duro
AS 1551	Agroeste	HS	P	C	amar	s. duro
AS 1560	Agroeste	HS	P	C/N	amar	s. duro
AS 1565	Agroeste	HS	P	C/N	aver	s. duro
AS 1570	Agroeste	HS	P	C/N	alar	s. duro
AS 1572	Agroeste	HS	P	C	amar	s. dent
AS 1575	Agroeste	HS	P	C/N/T	alar	s. duro
AS 1577	Agroeste	HS	P	C	amar:alar	s. duro
AS 1579	Agroeste	HS	P	C	amar	s.dent
AS 3430	Agroeste	HT	P	N/T	lar	duro
AS 3466	Agroeste	HT	P	N/T	lar	duro
AGN 2012	Agromen	HD	SP	-	alar	s. duro
BM 810	Biomatrix	HS	P	N/T	alar	s. duro
CD 304 *	Coodetec	HT	SP	C/N/T	alar.	duro
DG 501 *	Datagene	HT	P	C/N/T	amar	s. duro
DG 601	Datagene	HT	SP	C/N/T	alar	s. duro
DKB 234	Dekalb	HS	SP	C/N	amar	s. dent
DKB 240	Dekalb	HS	P	C/N	alar	s.duro
DKB 330 *	Dekalb	HS	SP	C/N/T	alar	s. duro
DKB 566*	Dekalb	HT	P	C/N/T	amar	s. dent
DKB 747	Dekalb	HD	P	N/T	alar	s. duro
BRS 206 *	Embrapa	HD	P	N/T	alar	s. dent
BRS 1015	Embrapa	HS	P	N	amar lar	s. duro

BRS 3150 *	Embrapa	HT	P	N/T	lar	s. dent
FTH 510	FT sementes	HS	P	C	amar	s. duro
FTH 950	FT sementes	HT	P	C	amar	s.duro
BX 970	Nidera sementes	HS	SP	C/N	alar	s. duro
30 K 75	Pioneer	HS	T	N/T	alar	s. duro
AG 1051	Sementes Agroceres	HD	T	N/T	amar	dent
AG 2060	Sementes Agroceres	HD	P	C/N/T	alar	s. duro
AG 6018	Sementes Agroceres	HT	SP	C/N	amar	s. duro
AG 8011	Sementes Agroceres	HS m	P	C/N/T	alar	s. dent
AG 8015	Sementes Agroceres	HS	P	C/N	amar	s. dent
AG 8021	Sementes Agroceres	HT	P	C/N	alar	s. dent
AG 9010	Sementes Agroceres	HSm	SP	N/T	alar	s. duro
BALU 184	Sementes Balu	HD	P	C/N/T	aver	duro
BALU 551	Sementes Balu	HD	P	C/N/T	lar	duro
BALU 580	Sementes Balu	HD	P	C/N/T	alar	duro
BALU 761 *	Sementes Balu	HD	P	C/N/T	lar	duro
SHS 4040	Santa Helena	HD	P	C/N/T	lar	duro
SHS 4050	Santa Helena	HD	SP	C/N/T	lar	duro
DOW 8480	Sementes Dow	HS	P	C/N/T	alar	duro
SG 150 *	Sementes Guerra	HD	P	N/T	lar	duro
SPRINT	Syngenta	HS	SP	C/N	alar	s. duro
TRAKTOR *	Syngenta	HD	P	N/T	lar	duro
ATTACK *	Syngenta	HSm	P	C/N/T	alar	duro
GARRA	Syngenta	HT	P	C/N/T	lar	duro
PREMIUM FLEX	Syngenta	HS	P	C/N	lar	duro
TORK	Syngenta	HS	P	C/N/T	lar	duro

(1) Tipo: Híbrido Simples (HS); Híbrido Triplio modificado (HSm); Híbrido Triplio (HT); Híbrido Triplio modificado (HTm); Híbrido Duplo (HD).

(2) Ciclo: Superprecoce (SP); Precoce (P); Tardio(T).

(3) Época de plantio preferencial em sintonia com o zoneamento agrícola: Cedo (C); Normal (N); Tardio (T).

(4) Classe: Amarelo (AMAR); Alaranjado (ALAR); Avermelhado (AVER); Laranja (LAR).

(5) Tipo de grão: Dentado (DENT); Semidentado (S. DENT); Semiduro (S. DURO); Duro.

(*) Cultivares com aptidão para silagem de planta inteira

Tabela 4.1.2 Variedades de milho indicadas para o Estado do Rio Grande do Sul, safra 2010/2011.

Variedade	Instituição	Semeadura preferencial (1)	Classe (2)	Tipo grão (3)	Altura (2010/11)		Dias pend. (2010/11)	Rendimento kg/ha	
					Planta (cm)	Espiga (cm)		2009/10	2010/11
AM 4001	Melhoramento Agropastoril	N	amar alar	s. duro	208	109	72	6459	5928
AM 4002	Melhoramento Agropastoril	N	alar	duro	218	109	72	6034	6981
AM 4003	Melhoramento Agropastoril	N	alar	s. dent	205	112	72	6307	6252
BRS Missões	Embrapa	N	amar alar	dent	230	128	71	5978	6649
BRS Planalto* s	Embrapa	N	amar alar	s. duro	223	122	71	7482	6374
FEPAGRO 21 s	Fepagro	N	br	dent	247	143	78	5887	4551
FEPAGRO 22	Fepagro	N	amar	s. dent	231	128	73	5072	4441
F 35*	Fundacep	N	amar alar	s. duro	221	116	72	8313	7145
SCS 154 – Fortuna	Epagri	N	amar alar	duro	222	126	73	6964	6465
SCS 155- Catarina	Epagri - Catarina	N	amar alar	duro	225	124	73	7692	6843

Valores médios obtidos em experimentos a campo coordenados pela EMBRAPA, com a colaboração da FEPAGRO, FUNDACEP.

* Variedades de milho preferenciais para terras baixas.

** Médias dos locais: Capão do Leão, Cruz Alta, Passo Fundo, Pelotas, Vacaria e Veranópolis;

*** Médias dos locais: Pelotas, Passo Fundo, Cruz Alta e Veranópolis;

(1) Época de plantio preferencial em sintonia com o zoneamento agrícola: Cedo (C); Normal (N); Tardio (T).

(2) Classe: Amarelo (AMAR); Alaranjado (ALAR); Avermelhado (AVER); Laranja (LAR).

(3) Tipo de grão: Dentado (DENT); Semidentado (S. DENT); Semiduro (S. DURO); Duro

(s) Variedades com aptidão para silagem de planta inteira

Tabela 4.1.3 Média de rendimento de grãos (kg/ha) das cultivares de milho de ciclo superprecoce indicadas pela rede estadual para cultivo no Rio Grande do Sul. Desempenho na safra 2010/2011.

Cultivar	Aratiba	Capão do Leão	Coxilha	Independência	PassoFundo	Pelotas	Vacaria	Veranópolis	Geral
BM 911	10472 a	5790 a	14549 a	6608 a	9665 a	7918 a	8019 a	9754 a	9569
DKB 615	9007 b	5683 a	11153 b	6634 a	9848 a	6137 a	8389 a	9910 a	8725
PMS 3919	8653 b	6305 a	10500 b	5953 a	12095 a	6832 a	6970 a	10656 a	8808
32R22*	10355 a	1597 b	13190 a	6618 a	9027 a	3239 a	6465 b	11040 a	8562
32R48	10469 a	4463 a	11988 b	7083 a	11489 a	5741 a	7629 a	11175 a	9368
PRE 22D11	9674 a	5042 a	10380 b	6035 a	9562 a	5152 a	7063 a	10636 a	8357
PRE 22T10	9916 a	4460 a	10718 b	6310 a	9545 a	6272 a	6483 b	10313 a	8508
SHS 4050	9369 a	5056 a	9560 b	6886 a	10603 a	5986 a	5512 b	10784 a	8386
SHS 5050	9453 a	5426 a	10403 b	5864 a	11469 a	6344 a	5396 b	11020 a	8564
SHS 5070	9599 a	5277 a	10561 b	5795 a	11614 a	5869 a	5719 b	9795 a	8422
SHS 7090	8445 b	4560 a	9767 b	6064 a	9234 a	5524 a	6210 b	9266 a	7787
AG 6020	8300 b	5581 a	10741 b	6664 a	10623 a	5245 a	6952 a	7803 a	8047
Média	9476	4937	11126	6376	10398	5855	6734	10179	8592
CV(%)	7,09	22,87	13,25	12,57	13,89	16,49	10,92	11,48	13,50

Médias seguidas por letras iguais na vertical são agrupadas pelo teste de Scott & Knott (5%)

Tabela 4.1.4 Média de rendimento de grãos (kg/ha) das cultivares de milho de ciclo precoce indicadas pela rede estadual para cultivo no Rio Grande do Sul. Desempenho na safra 2010/2011.

Cultivar	Aratiba	Capão do Leão	Coxilha	Independência	Passo Fundo	Pelotas	Vacaria	Veranópolis	Geral
AS 3466	9862 c	5431 a	11845 c	4862 a	11020 a	4449 b	7139 b	8576 b	8884
CD 308*	10150 c	3512 a	11386 c	6790 a	13085 a	4042 b	6274 b	8079 b	9294
CD 384*	12366 a	4854 a	11981 c	6345 a	11738 a	3459 b	7529 a	10983 a	10157
DKB 177	12428 a	6605 a	14834 a	6675 a	12010 a	7132 a	8178 a	9863 a	10665
DKB 245	12594 a	4508 a	14967 a	6740 a	11849 a	5458 a	8349 a	10582 a	10847
DKB 979	9455 c	5316 a	10406 d	6679 a	11455 a	6766 a	6511 b	8590 b	8849
2B587	12289 a	7438 a	12116 c	6778 a	11879 a	5337 a	8355 a	9885 a	10217
2B655*	11005 b	5196 a	13518 b	6276 a	11629 a	3785 b	7561 a	10344 a	10056
2B688*	12456 a	5711 a	12619 c	5649 a	11211 a	4505 b	7007 b	10523 a	9911
S 395*	9646 c	5146 a	11335 c	6071 a	11081 a	4374 b	6497 b	10111 a	9124
30B39*	11239 b	6167 a	12986 b	6647 a	12008 a	4589 b	8816 a	11305 a	10500
30F36	12912 a	5203 a	14805 a	7378 a	12563 a	5622 a	8291 a	10893 a	11140
30F53	10243 c	5403 a	14884 a	5814 a	12643 a	6663 a	8088 a	10204 a	10313
SHS 4080*	11861 a	4687 a	10513 d	6137 a	12212 a	4387 b	7160 b	9933 a	9636
SHS 7080*	10332 c	6024 a	9933 d	6882 a	9547 a	3615 b	6520 b	7917 b	8522
AG 122	11206 b	3352 a	10884 d	5365 a	12847 a	5176 a	5875 b	9888 a	9344
Média	11253	5284	12438	6318	11799	4960	7384	9855	9841
QME	363636	150153	588232	670282	2640239	1224464	743394	697518	1020981
CV(%)	5,50	23,18	6,17	12,96	13,77	22,31	11,68	8,47	10,27

*Médias seguidas por letras iguais na vertical são agrupadas pelo teste de Scott e Knott (5%).

Tabela 4.1.5 Características das cultivares de milho de ciclo superprecoce indicadas pela rede estadual na safra 2010/2011. Médias do número de dias da emergência até a emissão do pendão (EP), da altura das plantas em cm (AP), da altura das espigas em cm (AE), do número de plantas na colheita em milhares ha⁻¹ (NP), da percentagem de plantas acamadas por parcela (Ac), da percentagem de plantas quebradas por parcela (Qb) e da umidade dos grãos na colheita (%H₂O).

Cultivar	Empresa	EP	AP	AE	NP	Ac	Qb	%H ₂ O
BM 911	BIOMATRIX	69	216	119	56920	3,36	3,09	17,7
DKB 615	DEKALB	72	224	128	57121	3,10	0,65	18,8
PMS 3919	EMBRAPA	71	214	117	56109	1,74	4,05	19,1
32R22*	PIONEER	67	217	120	55476	2,57	3,65	16,7
32R48	PIONEER	71	228	122	57589	2,58	3,24	17,7
PRE 22D11	PREZZOTTO	73	234	137	56443	4,45	5,24	18,7
PRE 22T10	PREZZOTTO	75	229	138	56503	3,23	6,27	19,2
SHS 4050	S. HELENA	72	227	133	57426	4,40	7,25	20,0
SHS 5050	S. HELENA	69	216	123	57061	4,49	6,92	19,1
SHS 5070	S. HELENA	74	228	127	56830	4,06	5,99	20,8
SHS 7090	S. HELENA	71	212	124	54479	3,37	5,36	20,1
AG 6020	SEM. AGROCERES	71	212	122	58125	1,91	1,78	18,6
	Média	71	221	126	56673	3,30	4,46	18,9
	Nº locais	6	8	8	8	7	7	8

Tabela 4.1.6 Características das cultivares de milho de ciclo precoce indicadas pela rede estadual na safra 2010/2011. Médias do número de dias da emergência até a emissão do pendão (EP), da altura das plantas em cm (AP), da altura das espigas em cm (AE), do número de plantas na colheita em milhares ha⁻¹ (NP), da percentagem de plantas acamadas por parcela (Ac), da percentagem de plantas quebradas por parcela (Qb) e da umidade dos grãos na colheita (%H₂O).

Cultivar	Empresa	EP	AP	AE	NP	Ac	Qb	%H ₂ O
AS 3466	AGROESTE	75	216	120	55818	2,27	2,25	21,2
CD 308*	COODETEC	72	218	123	56064	2,94	2,39	18,9
CD 384*	COODETEC	75	235	131	57448	0,27	0,82	21,4
DKB 177	DEKALB	76	235	138	57031	2,03	0,71	21,0
DKB 245	DEKALB	75	217	128	58274	0,39	2,06	19,2
DKB 979	DEKALB	75	227	118	56302	2,52	3,30	21,5
2B587	DOW	74	213	120	57054	0,42	4,01	18,8
2B655*	DOW	74	231	127	59219	0,14	0,48	22,0
2B688*	DOW	74	229	128	56622	0,70	1,18	21,3
S 395*	FEPAGRO/SEMILHA	70	219	122	57098	3,55	4,34	18,4
30B39*	PIONEER	76	241	132	56920	0,92	2,21	21,5
30F36	PIONEER	77	233	127	59152	1,82	1,71	19,7
30F53	PIONEER	73	217	124	58698	0,26	1,46	19,7
SHS 4080*	SANTA HELENA	75	232	133	56228	2,63	5,88	20,7
SHS 7080*	SANTA HELENA	71	227	123	56682	2,34	5,23	19,0
AG 122	SEM. AGROCERES	75	238	136	56027	1,18	7,01	19,5
	Média	74	227	127	57165	1,52	2,82	20,2
	Nº locais	6	8	8	8	6	6	10

Tabela 4.1.7 Cultivares de milho para finalidades especiais para a safra 2010/2011.

Milho Pipoca			Milho Doce	
ZELIA	Pioneer	Milho pipoca amarela	DOW SW B 551	Sementes Dow
RS 20	Fepagro	Milho pipoca amarela		

4.2 Cultivares de Sorgo

O sorgo é classificado agronomicamente em quatro grupos: granífero, silageiro/sacarino, forrageiro (pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta) e vassoura. O primeiro grupo inclui tipos de porte baixo (híbridos e variedades) adaptados à colheita mecanizada. O segundo grupo inclui tipos de porte alto (híbridos e variedades) apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. O terceiro grupo inclui tipos utilizados principalmente para pastejo, corte verde, fenação ou cobertura morta (híbridos interespecíficos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*). O quarto grupo inclui tipos de cujas panículas são confeccionadas as “vassouras de palha”. Dos quatro grupos, o sorgo granífero é o que tem maior expressão econômica e está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o planeta, ficando atrás do arroz, trigo, milho e cevada.

4.2.1 Sorgo Granífero

O sorgo granífero pode substituir parcialmente o milho nas rações para aves e suínos e totalmente, para ruminantes, com uma vantagem comparativa de menor custo de produção e valor de comercialização menor que o milho. Além disso, a cultura tem mostrado bom desempenho como alternativa para uso no sistema de integração lavoura/pecuária e para produção de massa vegetal, proporcionando maior proteção do solo contra a erosão, maior quantidade de matéria orgânica disponível e melhor capacidade de retenção de água no solo, além de propiciar condições para uso no plantio direto.

O sorgo se adapta a uma gama de ambientes. Apresenta boa tolerância à seca, à geada e ao encharcamento. Para as condições do Rio Grande do Sul, o sorgo é semeado desde fins de setembro até meados de fevereiro, exceto na região dos Campos de Cima da Serra, obtendo-se os melhores resultados nas semeaduras de meados de outubro a meados de dezembro, na região do Planalto e Missões. O sorgo adapta-se bem em solos médios e arenosos, profundos e permeáveis, livres de acidez nociva, com pH variando de 5,5 a 6,5. Prefere solos com fertilidade adequada. As cultivares de sorgo são aptas para produção de rebrota e o seu aproveitamento, para produção de grãos, forragem ou cobertura de solo, pode ser viável desde que a temperatura e umidade do solo sejam favoráveis ao seu desenvolvimento.

A combinação de potencial genético e o uso de práticas de cultivo, como fertilização adequada; controle de doenças, insetos e plantas daninhas; manejo da água de irrigação; zoneamento agroclimático e altas populações de plantas, têm propiciado altos rendimentos de grãos e forragem em regiões e condições ambientais desfavoráveis para a maioria dos cereais.

Dentre as cultivares de sorgo granífero disponíveis, tem predominado o uso de híbridos simples. Os híbridos expressam a produtividade máxima na primeira geração, sendo necessária a aquisição de sementes todos os anos. Na segunda geração (F_2), a produtividade é reduzida em 15 a 40%, dependendo do híbrido, e aumenta a variação entre plantas, com efeito negativo na qualidade do produto. Na escolha do híbrido devem ser observadas as seguintes características:

1. Tolerância a períodos de déficit hídrico principalmente em pós-florescimento;
2. Resistência ao acamamento e ao quebramento;
4. Porte entre 1 e 1,5 m, com boa produção de massa residual;
4. Ciclo curto a médio;
5. Resistência às doenças predominantes na região de cultivo;
6. Presença de folhas verdes após a maturação fisiológica dos grãos;
7. Presença de tanino nos grãos (antipássaros), para cultivo em áreas com presença abundante de pássaros.

Tabela 4.2.1 Cultivares de sorgo granífero registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e indicadas no zoneamento agrícola de risco climático para o Estado do Rio Grande do Sul¹ na safra 2008/2009. Uma vez que esta tabela não foi atualizada pela 39ª Reunião Técnica Anual de Sorgo, a lista completa de cultivares indicadas na safra 2011/12 deve ser consultada no site do Ministério.

Cultivar	Empresa	Tanino	Ciclo	Cor do grão	Rendimento médio de grãos (kg/ha)		
					2006/07	2007/08	2008/09
AGN 8040	Agromen	Ausente	Precoce	Castanho claro	-	-	-
BUSTER	Atlântica	Ausente	Precoce	Vermelho	-	-	-
CATUY	Atlântica	Ausente	Precoce	Vermelho	5369	-	-
MR 43	Atlântica	Ausente	S.Precoce	Vermelho	-	-	-
CATISSORGO	Cati	Ausente	Médio	Vermelho	-	-	-
1G 200	Dow Agrosociences	Ausente	Precoce	Marrom	-	-	-
1G 220	Dow Agrosociences	Ausente	Precoce	Castanho escuro	6662	5357	4999
740	Dow Agrosociences	Ausente	Precoce	Marrom	6483	5242	5915
741	Dow Agrosociences	Ausente	Médio	s.i.	-	-	-
822	Dow Agrosociences	Ausente	Precoce	Marrom	-	-	-
BRS 304	Embrapa	Ausente	Precoce	Vermelho	4783	5130	-
BRS 305	Embrapa	Alto	Médio	Marrom claro	7411	6203	-
GRANUS 401	Helianthus	Baixo	S.Precoce	Marrom claro	-	-	-
GRANUS 505	Helianthus	Baixo	S.Precoce	Marrom claro	-	-	-
AG 1020	Monsanto	Ausente	S.Precoce	Vermelho	-	5682	7190
AG 1040	Monsanto	Ausente	Precoce	Vermelho	6336	5375	6153
AG 1060	Monsanto	Ausente	Precoce	Vermelho	-	-	5788
AS 4610	Monsanto	Ausente	Precoce	Castanho	-	-	6164
AS 4615	Monsanto	s.i.	Precoce	s.i.	-	-	-
AS 4620	Monsanto	Ausente	S.Precoce	Alaranjado	-	-	6466
DKB 510	Monsanto	Ausente	S.Precoce	Alaranjado	6491	5064	6312
DKB 550	Monsanto	Ausente	Precoce	Alaranjado	-	5707	5451
DKB 551	Monsanto	s.i.	s.i.	s.i.	-	-	-
DKB 599	Monsanto	Ausente	Precoce	Castanho	6390	5888	5901

Tabela 4.2.1 Continuação

Cultivar	Empresa	Tanino	Ciclo	Cor do grão	Rendimento médio de grãos (kg/ha)		
					2006/07	2007/08	2008/09
A 9755 R	Nidera	Ausente	Precoce	s.i.	-	-	-
A 9939 W	Nidera	Ausente	Tardio	Branco	-	6704	7370
A 9941 W	Nidera	Ausente	Precoce	Branco	-	-	-
SHS 400	Santa Helena	Ausente	Precoce	s.i.	-	5134	-
SHS 410	Santa Helena	Ausente	Precoce	s.i.	-	-	-
A 6304	Semeali	Ausente	Precoce	Castanho	6384	-	-
A 9902	Semeali	Baixo	Precoce	Marrom	-	-	7132
A 9904	Semeali	Alto	Precoce	Castanho	6998	-	7761
ESMERALDA	Semeali	Ausente	Precoce	Castanho	6690	-	-
RANCHERO	Semeali	Ausente	Médio	Marrom claro	7463	-	-
XB 6022	Semeali	Ausente	Precoce	Marrom claro	6645	-	-

¹ Informações disponíveis no site <http://www.agricultura.gov.br/>

² rendimento médio de grãos das cultivares testadas no ensaio sul-rio-grandense de sorgo granífero na safra 2006/07 em Capão do Leão (ETB/Embrapa Clima Temperado), na safra 2007/08 em Capão do Leão (ETB/Embrapa Clima Temperado), Cruz Alta (Fundacep), Uruguaiana (Fepagro Fronteira Oeste) e Veranópolis (Fepagro Serra) e na safra 2008/09 em Capão do Leão (ETB/Embrapa Clima Temperado) e Veranópolis (Fepagro Serra).

s.i. = Sem informação

4.2.2 Sorgo Corte-pastejo

O sorgo é uma gramínea anual de verão, de colmos suculentos, eretos, dispostos em forma de touceiras. As folhas dessa gramínea são lineares, entrecruzando-se, com 25 a 50 mm de largura e 50 a 100 cm de comprimento. A inflorescência de sorgo é uma panícula, com ramificações curtas e com características abertas nos sorgos forrageiros.

Na produção de sorgo para forragem existe cultivares adaptadas para uso em silagem, pastejo direto, corte verde e feno. Dentre as principais características consideradas na escolha de uma determinada cultivar, destacam-se o rendimento de massa verde e o valor nutritivo. Os sorgos para corte e/ou pastejo são híbridos interespecíficos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* (capim sudão) utilizados principalmente para alimentação animal (pastejo, corte verde, fenação) e cobertura morta. A maioria das espécies de sorgo pode ser utilizada no manejo para corte/pastejo, no entanto, há cultivares que têm características específicas como capacidade de rebrote, produtividade e resistência para suportar melhor os cortes e pastejos sucessivos.

Tabela 4.2.2 Rendimento médio de massa verde (t/ha) e massa seca (%) de dez cultivares de sorgo corte/pastejo em cinco locais do Rio Grande do Sul, na safra 2010/2011.

Cultivar	Massa verde (t/ha)				Massa seca (%)				
	1º corte	2º corte	3º corte	Total	1º corte	2º corte	3º corte	Média	Total (t/ha)
XGN 30901	17,88	18,16	26,04	62,08	21,2	17,8	17,5	18,8	11,7
XGN30902	18,68	20,43	24,49	63,60	19,7	17,2	17,8	18,2	11,6
XBS 70192	20,05	22,22	24,48	66,75	22,9	17,4	18,2	19,5	13,0
FEPAGRO 19	19,55	18,39	19,81	57,75	18,1	15,5	16,8	16,8	9,7
FEPAGRO RS 12	17,96	15,74	18,93	52,63	17,4	15,3	17,0	16,5	8,7
FEPAGRO 17	17,24	16,77	17,69	51,70	15,5	15,6	17,1	16,1	8,3
PAST-29-49- CC-04 A	20,36	16,08	17,65	54,09	16,5	14,8	17,2	16,2	8,8
PAST-01-37-04	19,08	17,19	17,14	53,41	19,6	15,0	17,7	17,5	9,3
PAST-02-81-04	19,97	16,03	16,35	52,35	17,1	15,8	17,0	16,7	8,7
PAST-22-08	19,05	14,37	15,95	49,37	17,4	14,6	15,3	15,8	7,8
Média	18,98	17,54	19,86	56,38	18,5	15,9	17,2	17,2	9,8
CV(%)	19,7	23,3	15,1	-	-	-	-	-	-

1º corte: dados médios de cinco locais (Veranópolis, Taquari, São Borja, Três de Maio e Pelotas)

2º corte: dados médios de cinco locais (Veranópolis, Taquari, São Borja, Três de Maio e Pelotas)

3º corte: dados médios de quatro locais (Veranópolis, Taquari, São Borja e Três de Maio)

Há uma tendência das cultivares específicas, quando semeadas mais cedo, a partir de 15 de setembro, permitirem mais cortes no ciclo de verão (cinco cortes), inclusive fornecer pastejos ou cortes até meados de junho. Com essa característica, possibilita que os pastejos nas culturas de inverno se desenvolvam. É recomendável que a altura do corte ou pastejo seja acima de 60cm e abaixo de 130cm, para melhor aproveitamento da qualidade nutricional e desempenho posterior da cultura. Os animais precisam de adaptação ao pastejo de sorgo. É importante colocar os animais alimentados (rúmen cheio) para evitar consumo excessivo e desequilíbrio alimentar, devido ser um pasto de alta qualidade e teor alto de umidade, podendo provocar timpanismo. O tempo de pastejo deve ser inicialmente controlado para não haver ingestão excessiva nos primeiros dias. É aconselhável que os animais permaneçam na pastagem de sorgo por meia hora no primeiro e no segundo dia, e uma hora no terceiro dia. Após o terceiro dia, o controle não é mais necessário na prevenção do timpanismo. Animais jovens não devem pastear sorgo.

O sorgo forrageiro apresenta grande tolerância ao pisoteio e alta palatabilidade. Essa gramínea responde bem à aplicação de nitrogênio após cada corte ou pastejo. Sob condições favoráveis, pode ser cortado a cada três a quatro semanas. Produz cerca de 30 a 50 t/ha de forragem verde e possui em torno de 11,5% de proteína bruta na massa seca. Os principais híbridos comerciais deste grupo são: AG 2501 C e DKB 75 (Monsanto), BRS 800 e BRS 801 (Embrapa), BM 500 e BM 515 (Biomatrix), P 855 F (Pioneer) e IP 400 (Dow Agrosciences).

4.2.3 Sorgo Silageiro e Sacarino


Os sorgos silageiros e os sacarinos caracterizam-se por produzir massa verde de boa qualidade e quantidade, podendo ser usados na alimentação direta ou armazenados na forma de silagem. Mesmo em condições de estresse hídrico podem produzir um volume satisfatório de massa verde, entretanto, quando as condições são favoráveis e a semeadura é feita em período adequado, expressam seu potencial rapidamente, permitindo um segundo corte. Constituem-se de plantas de porte alto (híbridos e variedades), apropriadas para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool.

Tabela 4.2.3 Estatura de planta (cm) e rendimento médio de massa verde de cultivares de sorgo silageiro, na média dos ensaios dos municípios de Taquari, São Borja, Vacaria, Veranópolis e Três de Maio, na safra 2010/11.

Cultivares	Plantas/ha	Estatura de planta (cm)		Massa verde (t/ha)	
A 9902	127000	182	e	27,64	bcde
BRS 610	125000	248	abcde	38,92	abcde
BRS 61288	131000	223	bcde	37,12	abcde
BRS 655	110000	231	abcde	39,80	abcde
DOBLE P 1	118000	184	e	27,06	cde
FEPAGRO 17	116000	295	abc	50,54	a
FEPAGRO 18	89000	287	abcd	47,36	a
FEPAGRO 19	108000	293	abc	49,60	a
FEPAGRO 35	96000	216	cde	25,82	e
FEPAGRO RS 11	98000	307	a	45,38	a
FEPAGRO RS 12	126000	299	abc	43,72	a
FEPAGRO S 395	109000	206	de	26,16	de
Past 11-46 A-03-04 A	111000	268	abcd	41,98	abcd
Past 17-38-9 A-03-04	103000	302	ab	46,40	a
Past 23B-04A	114000	308	a	43,12	ab
Past 8-37-22 A-03-1	109000	287	abcd	43,24	ab
Past RS 12 SEL.	97000	304	ab	46,24	a
Past-01-37-04	117000	311	a	45,22	a
Past-02-81-04	103000	309	a	43,60	a
Past-19-10-AA-04AA	117000	279	abcd	49,76	a
Past-21-08	140000	277	abcd	49,04	a
Past-21-51-04 A	115000	296	abc	42,16	abc
Past-22-08	135000	297	abc	46,22	a
Past-29-49-CC-04 A	129000	296	abc	44,90	a
Past-38-23B-04 A	124000	302	ab	48,16	a
Past-39-76-04 A	160000	295	abc	44,24	a
Past-47-64-54-51a-03-04	79000	296	abc	43,84	a
QUALIMAX	82000	232	abcde	36,40	abcde
Média		273		41,91	

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Tukey (5%)

Fonte: Chielle et al (2011)



O sorgo sacarino é considerado uma cultura de alta qualidade energética, juntamente com a cana-de-açúcar, adequada à produção de biocombustível de todas as partes da planta (colmos, grãos e parte aérea). As cultivares possuem teor de açúcares no colmo de 12 a 18° Brix, manutenção da folhagem verde após a maturação fisiológica do grão, altura de planta de 2,2 a 3 m e rendimento de grãos em torno de 2 a 5 t/ha. Estes sorgos podem ser cultivados a partir de 15 de setembro no RS, com possibilidade de fazer o primeiro corte para silagem ou biocombustível em final de janeiro e, um segundo corte em fim de abril, com produtividade em torno de 60% do primeiro corte. Esse manejo diminuirá os custos de produção e os resultados serão bem melhores mesmo em condições climáticas de deficiência hídrica.

As plantas de algumas cultivares tendem a se inclinar próximo da maturação fisiológica dos grãos, o que não inviabiliza a colheita.

Os principais genótipos deste grupo são: FEPAGRO RS 11, FEPAGRO RS 12, FEPAGRO 17, FEPAGRO 18 e FEPAGRO 19 (Fepagro), DOW I F 305 (Dow Agrosiences), BRS 601, BRS 610, BRS 506 e BRS 507 (Embrapa), AG 2005E e VOLUMAX (Monsanto), NUTRIGRAIN e VDH 422 (Atlântica).

5. ESTABELECIMENTO DA LAVOURA

5.1 Época de semeadura

5.1.1 Fatores determinantes da escolha

O Rio Grande do Sul tem condições adequadas de clima e solo que permitem o cultivo de milho em todas as regiões ecolimáticas. Em cada uma delas, os produtores escolhem as épocas de semeadura com base em: a) riscos de deficiência hídrica nos períodos críticos; b) riscos de temperaturas baixas e de geada no início ou no fim da estação de crescimento; c) no regime de temperatura do ar e radiação solar quando o fator disponibilidade hídrica não é limitante e d) no sistema de rotação e sucessão de culturas adotado. Com isso, observam-se, nas regiões mais quentes, semeaduras durante até sete meses no ano, desde julho até janeiro, enquanto que em regiões mais frias a faixa de época de semeadura é mais restrita, de outubro a início de dezembro.

A ampla faixa de semeadura é geralmente adotada quando o rendimento de grãos não é elevado. À medida que se deseja melhorar a produtividade de grãos, deve-se considerar com maior prioridade os fatores temperatura do ar e radiação solar, que devem ser altos durante o pré-florescimento e o enchimento de grãos, pois a cultura responde à soma térmica. Com isso, quando o objetivo é maximizar o rendimento de grãos da cultura, geralmente a melhor época de semeadura para o Estado coincide com o início da primavera, de forma que o florescimento ocorra em dezembro e o enchimento de grãos em janeiro e fevereiro. Entretanto, esta recomendação deve ser adotada apenas em regiões com baixo risco de deficiência hídrica em dezembro, janeiro e fevereiro ou sob condições de irrigação suplementar.

A opção por realizar semeadura de milho até o final do inverno ou em janeiro/fevereiro (semeadura tardia) ocorre quando o risco de falta de água no verão é elevado ou quando a seqüência de cultivos do sistema obriga a tomada dessa decisão. Em uma situação ou outra, a lavoura não se beneficia das vantagens da radiação solar e, potencialmente, obtém-se rendimento mais baixo.

Os períodos de deficiência hídrica no Rio Grande do Sul são ocasionais e não bem definidos na época do ano em que acontecem. Entretanto, quando ocorrem, seus efeitos são muito drásticos na lavoura de milho, resultando em grande redução do rendimento de grãos. Isto dificulta a tomada de decisão de escolher a época de semeadura. Para cada região, observa-se que há concentração de semeadura em época bem definida. Esta decisão é geralmente tomada em razão dos riscos de deficiência hídrica durante o ciclo da cultura. As semeaduras do início da estação (em geral, em agosto) são menos sujeitas à falta de água no período mais crítico da cultura. O prejuízo decorrente das menores radiação solar e temperatura do ar disponíveis às plantas no início do ciclo é parcialmente compensado pela alta radiação solar verificada em dezembro/janeiro, que beneficia o enchimento de grãos. Rendimento de grãos acima de 10 t/ha já é atualmente atingido em semeaduras de agosto e setembro. Isto demonstra que o potencial genético dos híbridos poderá ser ainda melhor expresso se a semeadura for realizada no mês de outubro, desde que não haja risco de falta de água. As semeaduras tardias (dezembro/janeiro) apresentam menor potencial de rendimento de grãos, pois o florescimento vai ocorrer no início de março, quando a radiação solar e a temperatura do ar são baixas, reduzindo a translocação de fotoassimilados e o enchimento de grãos durante os meses de março e abril.

O estabelecimento da época de semeadura de milho no estado do Rio Grande do Sul leva em conta as condições de temperatura do ar, radiação solar e precipitação pluvial. No tocante à temperatura, observa-se que as regiões mais quentes são o Médio e Baixo Vale do Uruguai, as Missões e a Depressão Central. Nessas regiões o milho é semeado primeiro, já no mês de agosto. No Planalto Médio, de altitude maior que as regiões anteriores e, portanto, com temperaturas mais baixas, retarda-se a semeadura para início de setembro. As regiões da Serra do Sudeste e da Encosta da Serra do Nordeste são semelhantes a do Planalto Médio. Este retardamento da época de semeadura vai se prolongando progressivamente à medida que se aproxima da região dos Campos de Cima da Serra, onde o início da semeadura é indicado apenas no mês

de outubro.

Como as sementeiras mais tardias também são determinadas em função da temperatura do ar, elas podem estender-se por um período maior nas regiões mais quentes. Assim é possível realizar a semeadura de milho inclusive no mês de janeiro, em sucessão às culturas do feijão e do fumo. Já nas regiões mais frias, a semeadura não pode ser feita além de meados de dezembro, devido aos riscos de formação de geadas no fim do ciclo da cultura, reduzindo a translocação de fotoassimilados para os grãos.

Além da temperatura do ar, outro fator ambiental de extrema importância é a precipitação pluvial. A distribuição da precipitação no Rio Grande do Sul é irregular, havendo regiões com maior pluviosidade (parte do Planalto Médio e Campos de Cima da Serra), com valores médios (Missões, Alto e Médio Vale do Uruguai, parte do Planalto Médio e da Depressão Central), com baixa pluviosidade (Depressão Central, Baixo Vale do Uruguai e Fronteira Oeste) e com deficiência acentuada (Litoral e Campanha).

A conjugação destes dois elementos climáticos (temperatura do ar e precipitação pluvial) determina o estabelecimento de regiões mais ou menos apropriadas ao cultivo de milho. No estado do Rio Grande do Sul, as regiões do Planalto, Missões e Encosta da Serra do Sudeste são consideradas preferenciais para cultivo de milho em qualquer época de semeadura. É importante observar que a distribuição geográfica das regiões preferenciais, toleradas ou marginais pode variar conforme a época da semeadura que o agricultor vai utilizar.

Quando o fator disponibilidade hídrica não é limitante, a melhor época de semeadura é aquela que faz coincidir o florescimento e o início do subperíodo de formação e enchimento de grãos (planta com maior área foliar) com os meses de mais elevada temperatura do ar e radiação solar. No entanto, nesses meses podem ocorrer deficiência hídrica já que a demanda evaporativa é alta. Por isso, as sementeiras nos períodos anteriores e posteriores ao "ideal" são, muitas vezes, as que mais se adaptam às condições do agricultor, caso ele não disponha de sistema de irrigação.

Quando semeado no início da estação de crescimento, ainda durante o inverno, a cultura de milho se desenvolve com base nas precipitações que ocorrem na primavera (menor probabilidade de seca), com temperatura mais amena e com menor demanda evaporativa. Com isto, a planta atinge o estágio de formação de grãos, de meados de novembro a meados de dezembro, pouco antes dos meses mais quentes e de maior frequência de deficiência hídrica, embora periodicamente esteja sujeita à deficiência hídrica que normalmente ocorre em novembro e dezembro.

Se o agricultor semear no final da estação de crescimento (semeadura tardia de dezembro e janeiro), a planta pode enfrentar eventuais períodos secos e quentes quando ainda estiver se desenvolvendo vegetativamente. A época mais crítica à falta de água será atingida em fins de fevereiro e início de março, quando a demanda evaporativa já é menor (menos radiação solar incidente) e, portanto, são maiores as chances de ocorrerem condições hídricas mais adequadas e temperatura mais amena. Nas sementeiras tardias, embora se diminua o risco de falta de água, o potencial de rendimento reduz-se muito em relação à época de outubro, caso não haja deficiência hídrica.

Nas regiões de baixa probabilidade de ocorrer deficiências hídricas prolongadas, a melhor época de semeadura é aquela que considera as melhores disponibilidades de temperatura e radiação solar, conforme exposto acima. Nas sementeiras tardias (dezembro e janeiro) há diminuição no rendimento de grãos, pois o florescimento, a formação e o enchimento de grãos ocorrem com baixas disponibilidades térmicas e de radiação solar. De qualquer modo, considerando o elevado risco climático (sobretudo por estiagem) o escalonamento da época de semeadura e o uso de cultivares de ciclos distintos são recomendáveis.

5.1.2 Feitos sobre as características da planta

Ao ser semeada em diferentes épocas, a planta de milho sofre modificações na duração do ciclo e em outras características da planta, com reflexos no rendimento de grãos. Quanto ao ciclo, observa-se que a duração do período entre a semeadura e o florescimento é o que

mais varia com a época. O fator mais importante neste caso é a temperatura do ar. Com baixa temperatura (como no caso da semeadura de agosto) a planta leva mais tempo para se desenvolver, ocorrendo o oposto com a semeadura de dezembro-janeiro. A duração do período de formação e enchimento de grãos é mais estável, variando pouco com a época de semeadura, exceto o período de secagem dos grãos (maturação fisiológica à maturação de colheita), que pode variar muito de acordo com a temperatura e a umidade relativa do ar. As diferenças de ciclo entre cultivares superprecoces, precoces e de ciclo normal diminuem à medida que se retarda a época da semeadura.

Nas semeaduras tardias (dezembro-janeiro), além do encurtamento do ciclo, constata-se geralmente maior acamamento de plantas e maior incidência de pragas (lagartas elasmó e do cartucho) e de moléstias (especialmente as de colmo e de folhas). Por estarem mais sujeitas ao ataque de moléstias de colmo, as plantas tornam-se mais suscetíveis ao acamamento nessas épocas. O fator acamamento pode ser minimizado pelo uso de densidades mais baixas que as indicadas para as épocas precoce e intermediária. Em determinados anos, estes fatores contribuem de maneira muito expressiva para diminuir o rendimento de grãos, além daquela redução esperada pelo efeito de menores temperatura do ar e de radiação solar incidente durante o subperíodo de enchimento de grãos. Este conjunto de elementos meteorológicos adversos faz com que o agricultor tenha que ter maiores cuidados na lavoura semeada no tarde.

Considerando o exposto acima, a escolha da cultivar a ser utilizada pode variar conforme a época de semeadura. Seu ciclo (superprecoce, precoce ou normal) torna-se importante, especialmente quando há restrições na extensão da estação de crescimento e se quer evitar a coincidência de qualquer estresse ambiental com os estádios mais críticos de desenvolvimento da planta. Com relação a moléstias, a escolha de cultivares mais resistentes deve ser enfatizada em regiões mais propícias ao aparecimento de patógenos e em épocas de semeadura tardias. Maiores informações sobre a escolha de cultivares encontram-se descritas no Capítulo 4 - Cultivares.

5.2 Semeadura

5.2.1 Qualidade, classificação e tratamento de sementes

A semente a ser empregada na lavoura pode ser adquirida no comércio (semente fiscalizada) ou ser originária de lavoura própria. As sementes fiscalizadas apresentam elevado padrão de qualidade no que se refere ao poder germinativo, pureza e presença de sementes de outras espécies de plantas silvestres ou cultivadas. No caso de utilizar sementes próprias (cultivares de polinização aberta), os cuidados devem ser maiores com o armazenamento no próprio estabelecimento por um tempo razoável, podendo haver redução na sua qualidade.

O valor do poder germinativo já acompanha a embalagem das sementes fiscalizadas, mas é desconhecido em sementes que não passam pelo processo de produção supervisionado. É importante que o agricultor realize, antes da semeadura, um teste com uma pequena amostra de sementes para avaliar o seu poder germinativo e vigor.

Além das perdas de sementes que não têm poder germinativo, as quais podem ser determinadas antes da semeadura, há outras perdas que ocorrem até que as plantas estejam bem estabelecidas. Estas perdas são de natureza variável e, de maneira geral, são estimadas ao redor de 15 %. Este valor deve ser levado em conta ao se calcular a quantidade de sementes a utilizar por unidade de área. As causas das perdas podem ser relacionadas ao ataque de pragas e moléstias nas sementes ou nas plântulas, à semeadura muito profunda e ao corte de plantas no momento do controle mecanizado de plantas daninhas, entre outras.

Para prevenir o ataque das lagartas elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) e rosca (*Agrotis ypsilon*), que cortam plantas, uma das práticas indicadas e que é eficiente é o tratamento de sementes com inseticida (Capítulo 9). Isto é especialmente válido nas semeaduras a partir de outubro, quando suas incidências aumentam, devido à ocorrência de temperaturas do ar mais elevadas e menor umidade do solo. O prejuízo ocasionado pelo ataque desses insetos é devido à redução da densidade de plantas na lavoura, que é um dos principais fatores de definição

do rendimento de grãos em milho, já que há baixa compensação das perdas pelas plantas remanescentes, diferentemente de espécies da família das poáceas, que têm a capacidade de perfilhamento.

O tamanho da semente é outro fator que pode ser importante na definição da densidade inicial de plantas em milho. A massa seca da semente é influenciada pelo tipo de híbrido comercializado, pela posição da cariopse na espiga e pelas condições edafoclimáticas e de manejo durante o período de enchimento de grãos. As sementes de híbridos simples são normalmente menores do que as dos híbridos duplos, pelo fato de serem colhidas em linhagens endogâmicas. Quanto à posição das sementes na espiga, as sementes maiores estão localizadas no terço inferior da espiga em relação ao ápice da mesma por serem as primeiras a ser fertilizadas.

As sementes de milho são classificadas por peneiras quanto à sua largura, comprimento e espessura, para facilitar e uniformizar a semeadura. Além de interferir no ajuste das semeadoras, a forma e o tamanho da semente podem afetar a velocidade e a porcentagem de germinação e a uniformidade da densidade de plantas na lavoura. Sementes oriundas do ápice da espiga possuem menor quantidade de reservas, podendo retardar a emergência e ocasionar desuniformidade da lavoura e menor rendimento de grãos) Pode haver menor desenvolvimento inicial das plantas mas, depois, não há mais diferenças. Este comportamento pode ser acentuado com aumento da profundidade de semeadura e redução da temperatura do solo, características que retardam a emergência das plântulas e aumentam a vulnerabilidade da planta no subperíodo semeadura-emergência.

Como o milho tolera profundidades de semeadura maiores em relação aos outros cereais, raramente o tamanho de sementes é fator relevante nas sementes colhidas próximo à época de semeadura e armazenadas adequadamente. No entanto, quando as sementes não são utilizadas no mesmo ano e são armazenadas em condições não propícias, o uso de sementes pequenas na próxima estação de crescimento pode resultar em menor emergência de plântulas, devido ao esgotamento pelo processo de respiração das reservas nelas contidas e reduzir o rendimento de grãos, devido à baixa densidade de plantas.

Um aspecto importante a ser observado na regulação da semeadora é o uso de discos apropriados a cada tipo de peneira de classificação de sementes. Para agilizar a operação de semeadura, o produtor deve adquirir lotes de sementes da mesma peneira. Atualmente, a maioria das empresas comercializa as sementes com embalagens com 60.000 sementes, independentemente de seu tamanho.

5.2.2 Arranjo de plantas

A expressão do potencial produtivo de milho depende da duração do período de interceptação da radiação solar incidente, da eficiência de uso da radiação interceptada na fotossíntese e da distribuição adequada dos fotoassimilados produzidos às diferentes demandas. O arranjo de plantas tem grande importância na interceptação e na eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pelo dossel para se obter altos rendimentos de grãos, por influenciar o índice de área foliar, o ângulo foliar, a interceptação de luz por outras partes da planta, a disposição de folhas na planta e a de plantas na área, bem como as características de absorção de luz pelas folhas na comunidade. Este efeito é mais significativo em milho do que em outras espécies poáceas, por razões de natureza morfo-fisiológica e anatômica da planta.

O arranjo de plantas pode ser manipulado pela densidade de plantas, pelo espaçamento entrelinhas, pela distribuição de plantas na linha e pela variabilidade entre plantas.

5.2.2.1 Densidade de plantas

O incremento na densidade de plantas, dentro de certos limites, é uma forma de maximizar a interceptação da radiação solar incidente. Contudo, o uso de alta densidade de plantas pode reduzir a atividade fotossintética da cultura e a eficiência de conversão dos fotoassimilados à produção de grãos, favorecer a esterilidade feminina, devido ao aumento do intervalo entre os florescimentos masculino e feminino, e reduzir o número de grãos por espiga.

Entre as formas existentes de manipulação do arranjo espacial em milho, a densidade de plantas é a que mais influencia o rendimento de grãos, já que pequenas alterações na densidade implicam em modificações significativas no rendimento de grãos. Esta resposta está associada ao fato de que, diferentemente de outras espécies da família das poáceas, a planta de milho não possui mecanismo de compensação de espaços sem plantas tão eficiente quanto estas, pois raramente produz afilhos efetivos e apresenta limitada capacidade de expansão foliar e de prolifidade.

Assim, o rendimento de grãos aumenta com a elevação na densidade de plantas até que o incremento no rendimento devido ao aumento de plantas seja inferior ao declínio do rendimento médio por planta. A densidade ótima é determinada pela cultivar, ambiente e pelo manejo da cultura.

a) Cultivar

Aumentos na tolerância de diversos híbridos contemporâneos ao adensamento em relação aos genótipos utilizados no passado têm sido reportados na literatura em diferentes regiões produtoras de milho. Grande parte deste avanço foi obtido utilizando-se, como critério de seleção, o rendimento de grãos sob densidades superiores às normalmente indicadas. Contudo, pouco se sabe sobre a contribuição de características morfo-fisiológicas, fenológicas e alométricas para maior tolerância de genótipos de milho modernos a densidades elevadas. A elucidação destas bases morfo-fisiológicas é fundamental para que se possa continuar avançando na conversão de energia luminosa à produção de grãos por área pelo incremento da densidade de plantas.

De modo geral, híbridos mais precoces, de menor estatura e com menor exigência em soma térmica para florescer, requerem maior densidade de plantas, em relação aos de ciclo normal, para atingir seu potencial de rendimento. Isso se deve ao fato de que geralmente apresentam menor área foliar por planta e menor sombreamento do dossel da cultura. Esses híbridos normalmente requerem maior densidade de plantas para maximização do rendimento de grãos, por necessitarem de mais plantas por unidade de área para gerar índice de área foliar capaz de potencializar a interceptação da radiação solar incidente.

A arquitetura de planta das cultivares de milho também interfere na resposta à densidade de plantas, uma vez que influencia a qualidade da luz que penetra no dossel. O desenvolvimento de genótipos com menor número de folhas, folhas mais eretas e menor área foliar minimiza a competição entre plantas, reduzindo a quantidade do comprimento de onda luminosa vermelho extremo (Ve) refletida pela comunidade. Com isto, pode-se obter relação Ve/V mais baixa sob altas densidades, quando comparada com híbridos dotados de folhas mais numerosas, maiores e decumbentes. A melhoria na qualidade da luz obtida com o ideótipo compacto pode propiciar condições endógenas para desenvolvimento alométrico mais equilibrado entre as inflorescências da planta, minimizando a esterilidade feminina e propiciando melhores condições para desenvolvimento de maior número de espiguetas funcionais na espiga.

Uma das principais limitações ao uso de altas densidades de plantas é o possível aumento da suscetibilidade da planta à quebra e ao acamamento. Isto ocorre porque o incremento na densidade de plantas reduz a disponibilidade de fotoassimilados para enchimento dos grãos e para manutenção das demais estruturas da planta. Após a floração, o fluxo de fotoassimilados dentro da planta é direcionado prioritariamente aos grãos. Quando o aparato fotossintético não produz fotoassimilados em quantidade suficiente para manutenção de todos os drenos, a maior demanda exercida pelos grãos por estes produtos leva os tecidos da raiz e da base do colmo a senescerem precocemente, fragilizando essas regiões.

A estatura de planta da cultivar também pode interferir na sua suscetibilidade à quebra e ao acamamento de colmos. Híbridos de ciclo mais precoce, que têm menor exigência de soma térmica para florescerem, normalmente apresentam menor estatura de planta e menor altura de inserção de espigas. Estas características são benéficas à manutenção do colmo ereto até à colheita. Quanto maior a relação entre altura de inserção de espiga e estatura de planta, mais deslocado está o centro de gravidade de planta, favorecendo a quebra de colmos. Este fato é particularmente relevante para espécies como milho, que aloca cerca de 50% da fitomassa total

nos grãos ao final de seu ciclo.

b) Ambiente

b.1) Disponibilidade hídrica

A disponibilidade de água é, provavelmente, o principal fator que afeta a escolha da densidade ótima de plantas. A época mais crítica da planta de milho à deficiência hídrica situa-se no período entre duas a três semanas ao redor do espigamento. Quando há alta probabilidade de falta de umidade neste período, deve-se diminuir a densidade para que o solo possa suprir as plantas com suas reservas hídricas. Alguns trabalhos de pesquisa mostram que densidades mais elevadas só devem ser indicadas sob condições de alta precipitação pluvial ou sob irrigação suplementar e com alto nível de manejo, pois com maior densidade há aumento do índice de área foliar e, conseqüentemente, do consumo de água.

Índices de área foliar elevados, associados a restrições no suprimento hídrico, aumentam o nível de estresse sobre a planta, devido ao aumento da transpiração com o aumento da área foliar, resultando em maior demanda hídrica da cultura. Nestas situações, a natureza protândrica de milho se manifesta mais intensamente. Com isto, a planta reduz mais acentuadamente a taxa de crescimento das gemas laterais do que a do ponto de crescimento. Isto aumenta a defasagem temporal entre os desenvolvimentos do pendão e da espiga superior, resultando em assincronia no surgimento dessas duas inflorescências. Como o período de liberação e de longevidade dos grãos de pólen é curto, a defasagem entre pendoamento e espigamento compromete a fertilização, reduzindo o número de grãos por espiga e o rendimento de grãos.

b.2) Fertilidade do solo

A necessidade nutricional das plantas é outro aspecto a ser considerado na escolha de densidade de plantas, pois a cultura de milho é muito exigente em fertilidade do solo. O milho responde progressivamente a níveis crescentes de adubação, desde que os demais fatores estejam em níveis ótimos, sendo o nitrogênio o nutriente ao qual apresenta maior resposta de aumento de rendimento de grãos. Trabalhos com genótipos, densidades de plantas e níveis de fertilidade do solo evidenciam que, à medida que se eleva a densidade de plantas, são necessários níveis crescentes de nutrientes. Por outro lado, com baixa disponibilidade de nutrientes, na qual se espera menor rendimento de grãos, a densidade indicada deve ser reduzida.

c) Manejo da cultura

c.1) Época de semeadura e latitude

A época de semeadura e a latitude do local também podem influenciar a escolha da densidade de plantas em milho. Em regiões temperadas, a duração da estação de crescimento estival é menor. Conseqüentemente, há necessidade da utilização de cultivares menos exigentes em soma térmica para concluir seu ciclo. Estas cultivares, por sua vez, demandam maior densidade de plantas para otimizar o rendimento de grãos, em função do menor número de folhas, menor área foliar e menor estatura de plantas que as caracterizam. Nas semeaduras feitas até o final do inverno (agosto a meados de setembro), particularmente em algumas regiões temperadas e subtropicais do estado do Rio Grande do Sul, usualmente são requeridas maiores densidades de plantas. Nestes casos, temperaturas do ar mais baixas e menor disponibilidade de radiação solar incidente restringem o crescimento vegetativo da cultura, sendo recomendado o aumento da densidade de plantas para otimizar a eficiência de uso da radiação solar. Assim, na semeadura de até o final de inverno, nas regiões mais quentes do estado do Rio Grande do Sul, pode-se aumentar a densidade de plantas em 20% em relação à semeadura de outubro.

c.2) Incidência de moléstias

Um dos fatores limitantes ao incremento da densidade de plantas na lavoura é que o uso de altas densidades pode aumentar a incidência de moléstias. Densidades mais altas implicam em menor insolação e menor circulação de ar no interior da comunidade, aumentando o período de deposição de orvalho nas folhas e estimulando a germinação de esporos de fungos que ocasionam doenças foliares. Isso se verifica principalmente para os patógenos que são exigentes em período de molhamento, tais como a *Phaeosporia*. Altas densidades impõem restrições à atividade fotossintética das folhas, que induz o colmo a redirecionar fotoassimilados em maior quantidade para enchimento de grãos, fragilizando-o e facilitando a ocorrência de podridões, tais como as ocasionadas por *Diplodia*. Altas densidades aumentam a ocorrência de grãos ardidos na lavoura por dois motivos: primeiro por favorecer o aparecimento de podridões de colmo, cujos agentes causais migram posteriormente para a espiga e, segundo, porque, normalmente, o empalhamento da espiga é menos efetivo em altas densidades, o que também expõe mais os grãos a este tipo de problema, ocasionando grandes prejuízos à sua qualidade.

Compatibilizar características morfo-fisiológicas positivas para altas densidades com sanidade de plantas é, atualmente, um dos maiores desafios aos programas de melhoramento. A maioria dos atributos que aumentam a tolerância ao adensamento, tais como redução no número de folhas, na área foliar, na estatura de planta e na altura de inserção de espiga, apresenta alta correlação com a duração do subperíodo emergência-pendoamento. Quanto mais precoce for a cultivar, normalmente mais compacto é o ideotipo de planta decorrente e maiores são as possibilidades de se obter maiores rendimentos com o adensamento de plantas. Neste sentido, os programas de melhoramento atuaram de forma marcante no Sul do Brasil, introduzindo genes de materiais de clima temperado e reduzindo a duração do período vegetativo. O número de híbridos superprecoces e precoces disponíveis hoje é muito maior do que há alguns anos atrás. Contudo, estas cultivares são também mais suscetíveis a doenças e estresses ambientais. A utilização de práticas de manejo que previnam a incidência de doenças, tais como rotação de culturas, adequação do genótipo à região de cultivo e tratamento de sementes, é fundamental para que se possa utilizar altas densidades como estratégia de manejo do arranjo de plantas para se obter maior rendimento de grãos de milho.

Considerando-se os aspectos anteriormente descritos, pode-se estabelecer faixas de densidade de plantas que se deseja por hectare (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 Indicação de densidade de plantas de milho para o estado do Rio Grande do Sul.

Faixa de densidade (p/m ²)	Condições para utilização
4 a 5	Expectativa de rendimento de grãos de 6 t/ha. Variedades de polinização aberta melhoradas e híbridos duplos; regiões com precipitação pluvial média; adubação na semeadura e nitrogenada de cobertura para atingir esse teto de rendimento; controle adequado de plantas daninhas e pragas.
6 a 7	Expectativa de rendimento de grãos de 9 t/ha. Híbridos simples, triplos e duplos; época de semeadura de até o final de inverno (agosto a meados de setembro) em regiões mais quentes e com precipitação pluvial média; adubação na semeadura e nitrogenada de cobertura para atingir esse teto de rendimento; controle adequado de plantas daninhas e pragas. Precisão na época de aplicação das práticas de manejo.
8 a 9	Expectativa de rendimento de grãos de 12,0 t/ha. Híbridos simples ou triplos; regiões com precipitação pluvial em volume adequado e bem distribuído ou em outras regiões com precipitação pluvial média ou baixa com disponibilidade de irrigação complementar; adubação na semeadura e nitrogenada de cobertura para atingir esse teto de rendimento; controle adequado de plantas daninhas e pragas; precisão na época de aplicação das práticas de manejo.

A cultura do sorgo apresenta resposta mais elástica à variação na densidade de plantas, devido ao afinamento. A densidade de plantas indicada para a cultura do sorgo é bem maior que a de milho e depende do objetivo da produção. Assim, para o sorgo granífero, a densidade de plantas indicada é de 20 pl/m², enquanto para o sorgo silagem é de 15 pl/m².

Necessidade de ressemeadura

Por várias razões, uma lavoura de milho pode se apresentar com população de plantas abaixo da esperada. Entre estas, pode-se citar: baixa umidade no solo, compactação excessiva ou salinidade do solo, ataques de pragas ou doenças e problemas de regulagem ou de utilização de semeadoras com velocidade acima da recomendada (5 km/h). Nestes casos, o agricultor se apresenta diante do dilema de ter que tomar uma decisão quanto à necessidade de efetuar uma nova semeadura. A planta de milho possui uma capacidade limitada de compensação por falhas aleatórias na densidade planejada de plantas. Porém, dentro de certos limites, as plantas adjacentes às falhas podem compensar parcialmente. Esta compensação depende de vários fatores. Trabalho de pesquisa mostrou que entre 30 e 70.000 plantas por hectare e entre 10 e 40% de diminuição aleatória de plantas e em duas épocas de semeadura, as perdas médias de rendimento foram de, aproximadamente, 50% da percentagem de diminuição de plantas em relação ao originalmente planejado. Então, na decisão de ressemeadura, devem ser considerados a perda teórica esperada no rendimento de grãos, os custos financeiros da nova operação e, muito importante, os prováveis efeitos negativos de uma semeadura tardia no rendimento de grãos.

5.2.2.2 Espaçamento entrelinhas

Grande parte dos produtores de milho do Brasil utiliza espaçamentos entrelinhas compreendidos entre 80 e 100 cm. Esta distância convencionalmente utilizada entre fileiras permite adequado funcionamento dos equipamentos necessários à semeadura, à aplicação de práticas de manejo e à colheita, independentemente do sistema de produção e do tipo de tração utilizados.

Uma forma importante de modificar o arranjo de plantas e interferir na eficiência de utilização dos recursos do ambiente é reduzir a distância entre as linhas de semeadura. O interesse em cultivar milho utilizando espaçamentos entrelinhas reduzidos, de 45 a 60 cm, têm crescido nos últimos anos em diferentes regiões produtoras, principalmente entre os produtores que trabalham com densidades de semeadura maiores que 5,0 pl/m² e alcançam rendimentos de grãos superiores a 6,0 t/ha. Esta idéia tem sido discutida recorrentemente nos últimos 30 anos, sem que tenha sido implementada em larga escala. O desenvolvimento de híbridos mais tolerantes a altas densidades de plantas, o maior número de herbicidas disponíveis para controle seletivo de plantas daninhas e a maior agilidade da indústria de máquinas agrícolas no desenvolvimento de equipamentos adaptados ao cultivo de milho com linhas mais próximas têm estimulado a adoção desta prática cultural.

Para a cultura do sorgo, o espaçamento entrelinhas recomendado é o de 70 a 80 cm, independentemente do objetivo da produção.

a) Vantagens da redução do espaçamento entrelinhas

Mantendo-se constante a densidade de plantas na lavoura, a redução do espaçamento entrelinhas apresenta várias vantagens potenciais para o milho. A primeira é que incrementa a distância entre as plantas na linha, propiciando arranjo mais equidistante entre plantas na área de cultivo. Isto reduz a competição entre plantas pelos recursos do ambiente, otimizando sua utilização. O arranjo mais favorável de plantas propiciado pela aproximação das linhas estimula as taxas de crescimento da cultura no início de seu ciclo, aumentando a interceptação da luz solar e a eficiência de uso da radiação solar incidente e, conseqüentemente, o rendimento de grãos.

O fechamento mais rápido dos espaços disponíveis entre as plantas da comunidade, devido ao uso de menores espaçamentos entrelinhas, reduz a transmissão da radiação pelo dossel da comunidade. A menor incidência luminosa nos extratos inferiores do dossel limita o desenvolvimento de plantas daninhas, principalmente de espécies intolerantes ao sombreamento. Desta forma, a redução do espaçamento entrelinhas atua como método cultural de controle das plantas daninhas, reduzindo a duração de seu período crítico de competição com as plantas de milho.

Outra vantagem do sombreamento antecipado da superfície do solo obtido com menores espaçamentos entrelinhas é a menor quantidade de água perdida por evaporação no início do ciclo do milho. Isto, em associação à melhor exploração do solo pelo sistema radicular, decorrente da distribuição mais equidistante das plantas, aumenta a eficiência de absorção e uso da água. Além disto, a cobertura antecipada da superfície do solo também pode auxiliá-lo, diminuindo o escoamento superficial e a erosão decorrentes de precipitações pluviárias intensas nas primeiras fases do desenvolvimento da lavoura.

Do ponto de vista de mecanização agrícola, a redução do espaçamento entrelinhas apresenta três vantagens potenciais. A primeira, está relacionada à maior operacionalidade que espaçamentos reduzidos de 45 a 50 cm proporcionam, pois as semeadoras não necessitam ser substancialmente alteradas na mudança de cultivo da soja para o milho. A segunda é a de que, com espaçamentos entrelinhas reduzidos, obtém-se melhor distribuição das plântulas no sulco de semeadura, devido à menor velocidade de trabalho dos sistemas distribuidores de sementes. A terceira está vinculada à distribuição dos fertilizantes em maior quantidade de metros lineares por hectare, o que melhora o aproveitamento dos nutrientes e reduz a possibilidade de efeitos salinos fitotóxicos à semente, principalmente nas formulações com alto teor de potássio.

b) Limitações à redução do espaçamento entrelinhas

Os efeitos da redução do espaçamento entrelinhas sobre o rendimento de grãos de milho existentes na literatura são inconsistentes. No Sul do Brasil, os incrementos obtidos com redução do espaçamento entrelinhas de 90-100 cm para 45-50 cm são de pequena magnitude, variando de zero a 10%, para diferentes cultivares e ambientes. Três fatores importantes que podem interferir na resposta da cultura de milho à redução do espaçamento entrelinhas em regiões subtropicais, são a época de semeadura, a cultivar e a densidade de plantas. Os benefícios desta prática cultural são potencialmente maiores quando o milho é semeado no final do inverno, nas regiões mais quentes.

Nas semeaduras precoces, há menor acúmulo de unidades térmicas por dia, determinando crescimento mais lento da cultura até à floração. A ocorrência de temperatura do ar mais baixa limita a expansão foliar e a produção de massa seca da cultura, originando plantas mais compactas e de menor estatura. Este ideótipo de planta incrementa a eficiência de uso da radiação solar incidente, com redução do espaçamento entrelinhas. Da mesma forma, cultivares de ciclos superprecoce e precoce, com folhas curtas e eretas, são mais responsivas à distribuição equidistante das plantas propiciadas pela redução do espaçamento entrelinhas. O efeito positivo da redução do espaçamento entrelinhas sobre o rendimento de grãos se manifesta mais claramente quando são utilizadas densidades de plantas superiores a 5,0 pl/m². Nestes casos, os espaçamentos convencionais (80 a 100 cm) fazem com que as plantas fiquem muito próximas entre si no sulco de semeadura (10 a 20 cm), aumentando a competição por água, luz e nutrientes e limitando a disponibilidade de fotoassimilados à produção de grãos.

Deve-se destacar que a simples redução do espaçamento entrelinhas não é garantia de incrementos no rendimento de grãos. Alguns trabalhos de pesquisa não detectaram qualquer benefício da utilização de linhas mais próximas sobre o rendimento de grãos de milho. Os resultados contraditórios existentes na literatura podem ser atribuídos a diversos fatores, entre os quais o tipo de híbrido, densidade de plantas, características climáticas da região, nível de fertilidade do solo e rendimento médio de grãos obtido em condições experimentais.

Além dos aspectos agrônômicos, a recomendação de redução no espaçamento entrelinhas deve também levar em conta aspectos econômicos. Uma das maiores dificuldades

para sua implementação se refere aos ajustes necessários à semeadura, à aplicação de tratamentos culturais e, principalmente, à colheita, devido às plataformas de corte das colhedoras serem ajustadas ao recolhimento de plantas na faixa de espaçamento compreendida entre 70 e 100 cm. A disponibilidade de equipamentos adaptados para cultivos com espaçamentos entrelinhas reduzidos tem aumentado nos últimos anos, em função das vantagens apresentadas. Atualmente, existem disponíveis no mercado plataformas de colheita que permitem colher milho em lavouras instaladas com espaçamentos entrelinhas de 45 a 50 cm. Contudo, sua aquisição tem custo elevado a curto prazo, que precisa ser confrontado com os benefícios potenciais advindos da adoção dessa prática cultural.

5.2.2.3 Distribuição de plantas na linha e variabilidade entre plantas

Na semeadura manual de milho, em pequenas áreas, que não permite a distribuição de sementes de maneira uniforme ao longo das linhas, é prática comum o estabelecimento de duas a três plantas por cova. A vantagem da utilização deste sistema é a facilidade de controle manual e/ou mecanizado de plantas daninhas. Trabalhos de pesquisa desenvolvidos nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina indicam não haver redução no rendimento de grãos de milho com a utilização de duas a três plantas por cova em relação à distribuição uniforme de sementes na linha, desde que seja mantida a mesma densidade de plantas. Nestes trabalhos, os tetos de produtividade de grãos obtidos variaram de 6 a 9 t/ha.

Outra forma de se manipular o arranjo de plantas é a distribuição de plantas na linha quanto à desuniformidade de emergência, que depende do tipo de semeadura, se manual (saraquá) ou mecanizada. Por sua vez, a variabilidade entre plantas é influenciada pela época de semeadura, pelo vigor de semente e pela precisão da semeadora. Nas semeaduras precoces, o uso de sementes menos vigorosas e a variação na profundidade de semeadura aumentam a variabilidade entre plantas, por influenciarem a velocidade de emergência das plântulas, devido à menor temperatura do solo. A variabilidade temporal no desenvolvimento das plantas na linha é uma característica desfavorável à obtenção de elevado rendimento de grãos, pois as plantas que emergem tardiamente (dominadas) são menos eficientes no aproveitamento dos recursos do ambiente, o que limita a performance agronômica do dossel.

5.2.3 Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura afeta a quantidade de plântulas que vai emergir. Embora a semente de milho seja de tamanho grande em relação a outros cereais e, por isto, consiga emergir sob profundidade maior, ainda assim este pode ser um problema em solos mal preparados ou com uso de semeadoras mal reguladas.

A profundidade de semeadura pode variar de 3 a 8 cm, dependendo da época de semeadura e da região de cultivo. Nas semeaduras precoces, em que a temperatura do solo é mais baixa e normalmente não há deficiência hídrica durante o subperíodo semeadura-emergência, deve-se utilizar menores profundidades de semeadura (ao redor de 3 a 4 cm). Pelas mesmas razões, a profundidade de semeadura deve ser menor em regiões mais frias. Por outro lado, semeaduras nas épocas intermediária e tardia requerem maior profundidade de semeadura, devido à maior temperatura do solo e para possibilitar que a umidade do solo seja adequada para a germinação e a emergência das plântulas. Deve-se salientar que semeaduras profundas geralmente implicam em maior duração do subperíodo semeadura-emergência, o que pode diminuir a densidade de plantas e favorecer a desuniformidade na emergência de plântulas.

5.2.4 Equipamentos para semeadura

A semeadura pode ser procedida manualmente ou com semeadora mecanizada. O emprego da semeadura manual é prática comum em pequenas lavouras. Após marcadas as linhas (espaçadas em cerca de um metro), as sementes são depositadas com auxílio de uma semeadora manual (tipo saraquá) ou com auxílio de enxada ou outra ferramenta, em distâncias

previamente estabelecidas. A utilização de semeadoras tratorizadas ou à tração animal traz a vantagem de distribuir as sementes a distâncias e profundidades mais uniformes.

O uso de um ou outro método propicia bons resultados. O aspecto mais importante é a regulagem correta dos equipamentos utilizados para que a distribuição de sementes seja uniforme. O objetivo maior é não se afastar muito do número de sementes estabelecido para serem distribuídas por metro linear, para manter a densidade de plantas desejada.

As etapas para regulagem das semeadoras tratorizadas devem seguir os pontos principais que são: velocidade adequada para a operação da semeadora, que deve ser ao redor de 5 km/h, para que não haja grande variação na distribuição espacial das sementes; uso de discos adaptados ao tamanho das sementes, determinado pela peneira de classificação; estabelecimento da densidade de plantas desejada e distribuição do adubo ao lado e abaixo das sementes, para evitar que o efeito salino do fertilizante inviabilize a emergência de algumas plântulas ou mate plantas já emergidas, refletindo-se em redução da densidade de plantas e, por conseguinte, no rendimento de grãos.

A regulagem deve ser feita previamente sobre uma área de gramado ou estrada, com a semeadora levantada para que, na velocidade estabelecida, as sementes caiam e possam ser contadas.

6. MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS

As perdas na produtividade de milho ocasionadas pela interferência de plantas daninhas podem ser de até 85%. Levando-se em consideração as perdas mundiais de produção na cultura de milho, decorrentes da interferência desses organismos, pode-se estimar em cinco milhões de toneladas de grãos, aproximadamente, essas perdas no Brasil. No caso de sorgo, as reduções de produtividade podem ser de até 70%.

O manejo de plantas daninhas nas culturas de milho e de sorgo deve integrar diferentes estratégias, dependendo da infraestrutura e da mão-de-obra disponíveis na propriedade, visando obter-se resultado satisfatório de produtividade. Além da prevenção de problemas com plantas daninhas, os demais métodos disponíveis são: manejo cultural, controle mecanizado e controle químico.

6.1 Interferência de plantas daninhas em milho e sorgo

Os efeitos decorrentes da interferência de plantas daninhas na produtividade de grãos de milho e sorgo são variáveis e dependem, entre outros fatores, da espécie daninha presente e do período (estádio e duração) no qual ocorre. Em relação ao espectro de plantas daninhas, tem-se observado, em lavouras de milho e sorgo no Rio Grande do Sul, que ocorrem tanto espécies magnoliopsida (dicotiledôneas), como *Amaranthus* spp. (caruru), *Bidens* spp. (picão-preto), *Cardiospermum halicacabum* (balãozinho), *Euphorbia heterophylla* (leiteira), *Ipomoea* spp. (corda-de-violão), *Raphanus sativus* (nabiça), *Richardia brasiliensis* (poaia-branca) e *Sida* spp. (guanxuma), quanto liliopsida (monocotiledôneas), como *Brachiaria plantaginea* (papuã), *Digitaria* spp. (milhã), *Echinochloa* spp. (capim-arroz) e *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha). De uma forma geral, as espécies liliopsidas (poaceae) causam maiores prejuízos à produtividade de milho do que as espécies magnoliopsida.

O lento desenvolvimento de sorgo, nos primeiros estádios de desenvolvimento, torna-o suscetível à interferência de plantas daninhas, uma vez que essas apresentam rápidas germinação e emergência, desse modo utilizando antecipadamente os recursos do meio.

A época de início do controle de plantas daninhas apresenta grande influência no crescimento das plantas e na produtividade de grãos da cultura. O período em que as plantas daninhas efetivamente causam prejuízos à cultura e durante o qual não se pode permitir sua presença, denomina-se 'período crítico de interferência'. Para a cultura de milho, esse período é variável, mas, na maioria das situações, inicia aos 15 e perdura até os 50 dias após a emergência. As variações no período crítico de competição devem-se a cultivar, às épocas de semeadura e de emergência da cultura, à disponibilidade de água e nutrientes, às espécies daninhas presentes e à densidade populacional das mesmas.

A intensidade do efeito negativo causado pela interferência de plantas daninhas depende do componente do rendimento da cultura que é afetado. No caso do milho, o componente do rendimento mais sensível pelo aumento da infestação é o número de grãos por espiga, seguido pelo número de espigas por planta e pelo peso do grão. O número de grãos por espiga e o número de espigas por planta são influenciados negativamente quando as plantas daninhas infestam a cultura nas fases em que a mesma diferencia suas estruturas reprodutivas. Esses dois componentes são definidos nos estádios iniciais de desenvolvimento (duas folhas expandidas), estando totalmente diferenciados até as plantas apresentarem 11 a 12 folhas expandidas. O terceiro componente, peso do grão, é definido no período entre a emissão dos estigmas e a maturação fisiológica, em virtude da quantidade de carboidratos acumulados no processo da fotossíntese.

A infestação de plantas daninhas também influencia o período de dias entre a emissão do pendão e a emissão da espiga do milho, afetando negativamente o processo de polinização da cultura. O estresse causado pela falta de luz fotossinteticamente ativa durante a fase vegetativa do milho atrasa a emissão do pendão e dos estigmas; já, a exteriorização dos estigmas é atrasada quando a falta de luz ocorre no período reprodutivo. Assim, o déficit luminoso prejudica

a polinização em razão da defasagem no período entre a receptividade dos estigmas e a maturação dos grãos de pólen, reduzindo o número de óvulos fecundados, ou promovendo o seu abortamento e, por conseqüência, diminuindo o número de grãos formados.

6.2 Prevenção de infestações

A importância em se prevenir infestações de plantas daninhas está na premissa de se evitar a introdução, o estabelecimento e a disseminação de novas espécies daninhas, uma vez que a erradicação torna-se economicamente inviável em grandes áreas de cultivo. Algumas práticas de prevenção que devem ser adotadas, incluem:

- utilizar sementes de qualidade garantida, livre de propágulos de plantas daninhas;
- promover limpeza rigorosa de máquinas e implementos agrícolas antes de serem transportados para áreas livres de plantas daninhas ou onde elas ocorram em densidades de plantas baixas, bem como não permitir que animais se tornem vetores de sua disseminação;
- controlar o desenvolvimento de plantas daninhas, impedindo sobretudo a produção de sementes e/ou de outras estruturas de reprodução em margens de estradas, cercas, terraços, pátios, canais de irrigação ou outros locais da propriedade;
- controlar os focos de infestação, utilizando todos os métodos disponíveis para tal finalidade;
- utilizar as rotações de culturas e de herbicidas como meios para diversificar o ambiente e prevenir o aparecimento de biótipos resistentes, principalmente naquelas situações de uso de cultivares de milho resistentes ao glifosato.

6.3 Métodos de manejo e controle

A busca por alternativas que diminuam os custos, mantendo ou melhorando a eficiência do controle de plantas daninhas, relaciona-se, diretamente, com a utilização de um sistema diversificado de práticas agrícolas. Neste sentido, o manejo integrado de plantas daninhas deve ser utilizado continuamente, com o objetivo de racionalizar o uso de herbicidas, preservar o ambiente e reduzir o custo de produção.

6.3.1 Manejo cultural

O método cultural é comumente utilizado pelos agricultores, embora, na maioria das vezes, não estejam conscientes de estarem empregando uma técnica de manejo de plantas daninhas. Esse método consiste na utilização de características da cultura e do ambiente que aumentem a capacidade competitiva das plantas de milho ou sorgo, favorecendo seu crescimento e desenvolvimento. Entre as medidas culturais, destacam-se: uso de cultivares adaptadas, época de semeadura apropriada, adubações adequadas, uso da cobertura morta e da alelopatia e emprego da rotação e sucessão de culturas.

Uso de cultivares adaptadas

Cultivares que se desenvolvem mais rapidamente e cubram o solo mais intensamente, mostram potencial superior em suprimir as plantas daninhas e sofrer menos sua interferência. Deve-se optar por cultivares mais adaptadas à região de cultivo, capazes de apresentar resistência ou tolerância às principais pragas e doenças e que mostrem crescimento acelerado, além de potencial produtivo elevado.

Arranjo de plantas

Entre as práticas de manejo de plantas daninhas que objetivam reduzir sua interferência, incluem-se modificações do arranjo das plantas de milho ou sorgo, como redução do espaçamento entrefileiras e aumento da densidade de plantas.

A modificação no arranjo de plantas possibilita alcançar-se maior e mais rápida cobertura do solo, ao se utilizar espaçamento mais estreito e densidade de plantas mais elevada, o que aumenta a competição da cultura e favorece a supressão das plantas daninhas. O arranjo mais equidistante das plantas da cultura, como redução do espaçamento entrefileiras, diminui o potencial de crescimento das plantas daninhas ao aumentar a quantidade de luz que é interceptada pelo dossel da cultura. Porém, qualquer alteração no arranjo de plantas deve respeitar as características da cultivar e do ambiente de cultivo.

A densidade representa o número de plantas por unidade de área, a qual apresenta importante papel na produtividade de uma lavoura. A cultura apresenta uma densidade ótima (em que o rendimento é máximo), que é variável para cada situação e depende da cultivar e das disponibilidades hídrica e de nutrientes. Alteração desses fatores afetará a densidade ótima de semeadura.

A escolha de híbridos de milho com menor estatura de planta permite cultivar-se o cereal em menores espaçamentos e maiores densidades. Esses híbridos são capazes de se desenvolver precocemente, apresentar menor massa vegetal e originar plantas com menor auto-sombreamento (favorecendo a interceptação da luz pelas folhas inferiores da planta).

A maior interceptação da luz, associada ao rápido fechamento do dossel, permite melhorar a eficiência do controle de plantas daninhas com herbicidas aplicados em pré-emergência. Esses herbicidas atuam desde o início do ciclo da cultura, sendo complementados pelo rápido fechamento do dossel, proporcionado por altas densidades de milho ou por reduções do espaçamento entrefileiras.

Época de semeadura

A época de semeadura é delimitada por fatores como disponibilidade hídrica, radiação solar e temperatura. A época mais adequada para semeadura de milho é aquela em que o período de floração coincida com os dias mais longos do ano e a fase de enchimento de grãos com o período de temperaturas mais elevadas e maior disponibilidade de radiação solar, desde que sejam satisfeitas as necessidades de água requeridas pela cultura.

Culturas de cobertura

A crescente utilização do sistema de semeadura direta (SSD) decorre, além de outros benefícios, da dificuldade em controlar plantas daninhas e do incremento no uso de herbicidas. A impossibilidade de revolver o solo no SSD implica em impedir a eliminação das plantas daninhas por meio de operações de preparo do solo. Por outro lado, a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo no SSD restringe a emergência de plantas daninhas, em comparação ao solo descoberto ou ao pousio. A utilização de culturas de cobertura aproveita tanto os efeitos físicos quanto os químicos (alelopáticos) dessas espécies, reduzindo as infestações de plantas daninhas.

No SSD, é necessário realizar a operação de manejo, que consiste em formar uma cobertura morta sob a qual a cultura será semeada, com o objetivo de suprimir a emergência e o crescimento das plantas daninhas. O manejo mecanizado pode ser realizado com roçadora, rolo-faca ou grade-niveladora destravada. A eficiência do manejo depende da época de sua realização, sendo normalmente mais eficiente quando efetuado no estágio de floração plena da cultura de cobertura, como deve ocorrer para espécies como aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro.

No manejo químico, são utilizados herbicidas, geralmente à base de glifosato. Entretanto, apesar da sua eficácia em controlar poáceas nas doses usuais, é pouco eficiente em várias

espécies magnoliopsidas, especialmente em fases mais avançadas do desenvolvimento das plantas. Nessas situações, a associação de herbicidas à base de glifosato com outros de ação latifolicida amplia o espectro de controle das espécies daninhas.

Rotação de culturas

No manejo de plantas daninhas em culturas como milho e sorgo, deve-se utilizar práticas diversificadas, que incluam a rotação de culturas. Ela rompe a especificidade das comunidades de plantas daninhas associadas à cultura, impedindo o crescimento populacional de determinadas espécies daninhas que obtêm sucesso com o sistema cultural praticado sucessivamente. Além disso, a rotação de culturas propicia alternância de métodos de cultivo e de herbicidas usados no controle das infestações de plantas daninhas.

Através da alternância de diferentes culturas, em seqüência sazonal numa determinada área, modifica-se a intensidade de competição e agregam-se efeitos alelopáticos ao sistema. Com isso, diminui-se o estabelecimento de uma comunidade padrão de plantas daninhas e se obtém redução da população de ervas, comparativamente a um sistema de sucessão de culturas fixo. Além disso, oportuniza-se praticar rotação de herbicidas na área de cultivo, dificultando a perpetuação de certas espécies e o aparecimento de biótipos resistentes.

6.3.2 Controle mecanizado

O controle físico ou mecanizado consiste em arrancar ou cortar as plantas daninhas com o uso de vários equipamentos (enxada, arado, grade, etc.). O método pode ser realizado manualmente (capina manual) ou com o auxílio de outros implementos (capina mecanizada).

Capina manual

A capina manual é um método amplamente utilizado em pequenas lavouras. Geralmente, os produtores a empregam duas a três vezes durante os primeiros 40 a 50 dias de ciclo da cultura. A partir daí, o próprio crescimento da cultura contribuirá para reduzir as condições favoráveis à germinação e ao crescimento das plantas daninhas. A capina não deve ser operada em solos úmidos, por ser ineficiente, devendo ser realizada em dias quentes e secos. Cuidados devem ser tomados para se evitar danos às plantas de milho ou sorgo. Esse método de controle demanda grande quantidade de mão-de-obra, visto que o rendimento da operação é da ordem de 8 dias-homem por hectare.

Capina mecanizada

A capina mecanizada, que utiliza cultivador de tração animal ou tratorizado, é um sistema de controle de plantas daninhas ainda utilizado no Brasil. As capinas mecanizadas, assim como as manuais, devem cobrir os primeiros 40 a 50 dias do ciclo da cultura. Nesse período, os danos físicos ocasionados à cultura são minimizados, comparados aos possíveis danos (quebra e arrancamento de plantas) decorrentes de capinas realizadas tardiamente. O cultivo deve ser realizado em solo seco, de preferência em dias de elevada temperatura e baixa umidade do ar, e operado superficialmente, aprofundando-se a enxada apenas o suficiente para arrancar ou cortar as plantas daninhas. O rendimento do método é de, aproximadamente, 0,5 a 1 dia-homem por hectare quando a tração for animal, e de 1,5 a 2 h por hectare quando for tratorizada.

6.3.3 Controle químico

O método de controle químico de plantas daninhas consiste em utilizar produtos herbicidas devidamente registrados em órgãos oficiais. A seleção do herbicida deve basear-se nas espécies daninhas presentes na área, bem como nas características físico-químicas dos produtos, no impacto ambiental potencial e no custo do tratamento.

Na aplicação, deve-se atentar para as condições meteorológicas, como temperatura, umidade relativa do ar, ocorrências de vento e de precipitação pluvial, bem como para as condições do solo e das plantas. Para se aplicar herbicidas de pré-emergência, deve-se conferir, especialmente, a condição de umidade do solo, evitando-se aplicar quando houver deficiência de umidade. Para aplicações em pós-emergência devem ser observadas as condições em que se encontram as plantas daninhas, evitando-se aplicar herbicidas sob situação de estresse. É importante averiguar a persistência dos herbicidas no solo, uma vez que diversos produtos apresentam potencial de danificar culturas semeadas em sucessão. Na escolha de um herbicida, também se deve atentar para o intervalo de segurança, que se refere ao período de tempo decorrente entre aplicação do herbicida e colheita da cultura.

O uso continuado e repetido de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação pode provocar a seleção de biótipos resistentes. A ocorrência da resistência depende de vários fatores, tais como: adaptabilidade ecológica e capacidade de reprodução da espécie; dormência e longevidade dos propágulos da espécie ou do biótipo sob seleção; frequência na utilização de herbicidas que possuam o mesmo mecanismo de ação; eficácia do herbicida e sua persistência no solo e dos métodos adicionais empregados no controle de plantas daninhas.

As alternativas herbicidas disponíveis para controle de plantas daninhas na cultura de milho estão relacionadas na Tabela 6.1.

Aplicação em pré-semeadura

Esta modalidade consiste na eliminação de plantas daninhas estabelecidas, antes da semeadura da cultura, utilizando-se, para isso, herbicidas de contato ou sistêmicos. O período entre a aplicação do herbicida e a semeadura da cultura varia em função de características do produto, da dose utilizada, da cobertura vegetal presente, da textura do solo e das condições de ambiente.

É importante salientar que as plantas daninhas interferem no desenvolvimento das plantas de milho com intensidade variável, em função da população, das espécies presentes e da época e duração de sua ocorrência. A presença de elevada população de plantas daninhas no início do desenvolvimento da cultura pode acarretar perdas acentuadas de produtividade, se a dessecação não for adequada ou não for realizada no momento oportuno.

Nas aplicações em pré-semeadura, em determinadas situações podem-se utilizar herbicidas desseccantes combinados com produtos de ação residual. Essa prática pode ser vantajosa, considerando-se que se obtém a dessecação da cultura de inverno, que servirá como cobertura morta, e a ação residual do herbicida pré-emergente, que manterá a cultura no limpo durante a primeira parte do seu ciclo.

Aplicação em pré-emergência

Os herbicidas pré-emergentes são aplicados no período entre a semeadura e a emergência da cultura. Com a finalidade de ampliar o espectro de controle, freqüentemente combinam-se herbicidas de ação preponderante sobre espécies magnoliopsidas com produtos que mostram atuação preferencial sobre liliopsidas (poaceae).

Os herbicidas aspergidos em pré-emergência apresentam comportamento diferenciado de acordo com o tipo de solo, as espécies daninhas e a quantidade de palha. Situações de reduzida umidade do solo e alta quantidade de palha proveniente da cobertura morta, podem resultar em baixo nível de controle.

As plantas de sorgo geralmente são pouco tolerantes aos herbicidas de ação pré-emergente

sobre liliopsidas (poaceae), assim, o controle dessas representa um problema de difícil solução. Diversos herbicidas de pré-emergência que são eficientes no controle de liliopsidas (poaceae) em milho, como acetochlor, alachlor e s-metolachlor, não podem ser usados em sorgo. Os danos causados pela aplicação desses herbicidas costumam ser severos, podendo causar reduções superiores a 90% na população de sorgo. Contudo, o sorgo apresenta elevada tolerância ao herbicida atrazine, usado principalmente para controle de magnoliopsidas, tanto em aplicações em pré como em pós-emergência. A utilização de atrazine, tanto em aplicação isolada quanto em mistura com óleo mineral, constitui-se em alternativa viável para sorgo. Os herbicidas registrados para uso na cultura do sorgo estão indicados na Tabela 6.2.

Aplicação em pós-emergência

Este tipo de aplicação é realizado quando as plantas daninhas e a cultura já se encontram emergidas. Para se obter os melhores resultados é necessário observar alguns fatores, como condições meteorológicas por ocasião do tratamento e estágio de desenvolvimento das plantas daninhas. A eficiência dos herbicidas aplicados em pós-emergência está condicionada, sobretudo, em não aplicar com umidade do ar inferior a 60%. As plantas daninhas nos estádios iniciais de desenvolvimento são mais suscetíveis à ação herbicida de pós-emergência, devendo ser as épocas preferenciais de tratamento.

Aplicação em jato dirigido

A aplicação dirigida ou localizada de herbicidas representa uma opção quando ocorrerem falhas de aplicação ou de atividade do herbicida ou, mesmo, como uma estratégia de controle seqüencial de plantas daninhas. Aplicações seqüenciais podem alcançar melhores resultados por proporcionarem, através da primeira operação, o controle das plantas daninhas antes do início da interferência, ao passo que a segunda aplicação possibilita controlar as plantas não eliminadas inicialmente e, também, aquelas que emergiram após o primeiro tratamento.

Aplicações dirigidas ou nas entrelinhas de milho são realizadas quando a cultura estiver com 50 a 80 cm de estatura, evitando-se que atinjam as plantas de milho. Adaptações especiais, como colocação de pingentes na barra para aproximar as pontas do alvo, de modo que o jato atinja apenas as entrelinhas e utilização de pontas de aspersão que operam sob baixa pressão, podem evitar ou minimizar a ocorrência de deriva. Aplicações dirigidas geralmente utilizam produtos não seletivos com ação de contato.

O uso do herbicida paraquat em jato dirigido, aplicado às entrelinhas de milho, é uma prática que vem sendo freqüentemente utilizada, sem causar efeitos negativos à cultura. Esse tratamento minimiza possíveis interferências de plantas daninhas que escaparam ao controle por herbicidas aplicados em pré-emergência ou daquelas que emergiram após a aplicação de pós-emergência. Além disso, constitui-se em estratégia eficiente para reduzir o banco de sementes de plantas daninhas no solo e para manejar biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas.

Tabela 6.1 Herbicidas registrados e indicados para controle de plantas daninhas na cultura de milho.

Ingrediente ativo	Produto comercial	Formulação ¹ e concentração (g L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Dose de aplicação (kg ou L ha ⁻¹)	Época de aplicação ²	Classificação			Intervalo de segurança ⁵ (dias)
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴		
Acetochlor	Kadett	EC 840	3,0 – 4,0	Pré	II	II	II	NE
	Kadett EC	EC 840	3,0 – 4,0	Pré	I	I	I	NE
	Surpass	EC 768	2,6 – 5,2	Pré	I	I	I	NE
Alachlor	Alaclor Nortox	EC 480	5,0 – 7,0	Pré	II	II	II	NE
	Laço EC	EC 480	5,0 – 7,0	Pré	I	III	III	NE
	Ametrina Agripec	SC 500	3,0 – 4,0	Pré/Pós(d)	III	II	II	NE
Ametryne	Gesapax GrDa	WG 785	2,0 – 2,5	Pós(d)	IV	II	II	NE
	Gesapax 500 Ciba-Geigy	SC 500	3,0 – 4,0	Pós(d)	III	NA	NA	NE
	Dinamic	WG 700	0,4	Pré	II	II	II	112
Atrazine	AtraneX 500 SC	SC 500	4,0 – 5,0	Pré	III	II	II	45
	Atrazina Atanor 50 SC	SC 500	4,0 – 6,0	Pré/Pós	III	III	III	NE
	Atrazina Nortox 500 SC	SC 500	3,0 – 6,5	Pré/Pós	III	II	II	NE
	Atrazinax 500 Coyote	SC 500	3,0 – 6,5	Pré	III	NA	NA	NE
	Gesaprim GrDa	SC 500	5,0 – 6,0	Pré/Pós	II	II	II	NE
	Gesaprim 500 Ciba-Geigy	WG 880	2,5 – 3,5	Pré/Pós	III	II	II	NE
	Herbitrin 500 BR	SC 500	4,0 – 5,0	Pré/Pós	IV	II	II	NE
	Posmil	SC 500	4,0 – 8,0	Pré	III	NA	NA	NE
	Primóleo	SC 400	5,0 – 7,0	Pós	IV	II	II	NE
	Proof	SC 400	5,0 – 6,0	Pós	IV	II	II	NE
Siptran 500 SC	Proof	SC 500	4,0 – 5,0	Pré/Pós	IV	II	II	NE
	Siptran 500 SC	SC 500	3,4 – 6,2	Pré/Pós	III	NA	NA	45
Atrazine + alachlor	Siptran 800 WP	WP 800	2,0 – 4,0	Pré/Pós	III	NA	NA	SI
	Agimix	SC 260 + 260	6,0 – 8,0	Pré/Pós	II	NA	NA	NE

Tabela 6.1 Continuação

Ingrediente ativo	Produto comercial	Formulação ¹ e concentração (g L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Dose de aplicação (kg ou L ha ⁻¹)	Época de aplicação ²	Classificação		Intervalo de segurança ⁵ (dias)
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴	
Atrazine + alachlor	Alaclor + Atrazina SC	SC 240 + 250	6,0 – 7,0	Pré	I	II	NE
	Nortox						
	Alazine 500 SC	SC 250 + 250	7,0 – 8,0	Pré	III	II	45
	Boxer	SC 300 + 180	7,0 – 9,0	Pré	I	II	45
Atrazine + bentazon	Laddok	SC 200 + 200	2,4 – 3,0	Pós	I	II	110
Atrazine + dimethenamid	Guardsman	SE 320 + 280	4,0 – 5,0	Pré	I	II	NE
Atrazine + glyphosate	Gillanex	SC 150 + 225	4,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	45
Atrazine + isoxaflutole	Alliance WG	WG 830 + 34	1,5 – 2,0	Pré	IV	II	NE
Atrazine + s-metolachlor	Primagram Gold	SC 370 + 230	3,5 – 4,5	Pré/Pós	I	II	NE
	Primaiz Gold	SC 370 + 230	3,5 – 4,5	Pré/Pós	I	II	NE
	Primestra Gold	SC 370 + 290	3,5 – 4,5	Pré/Pós	II	II	NE
	Sanson AZ	WG 500 + 20	1,75 – 2,0	Pós	IV	II	45
Atrazine + simazine	Actiomex 500 SC	SC 250 + 250	3,5 – 7,0	Pré/Pós	IV	II	45
	Atrasmix 500 SC	SC 250 + 250	4,0 – 6,0	Pré	III	II	45
	Controller 500 SC	SC 250 + 250	3,5 – 6,0	Pré	IV	II	45
	Extrazin SC	SC 250 + 250	3,6 – 6,8	Pré	III	NA	45
	Herbimix SC	SC 250 + 250	6,0 – 7,0	Pré/Pós	III	NA	NE
	Primatop SC	SC 250 + 250	3,5 – 6,5	Pré/Pós	III	NA	45
Bentazon	Triamex 500 SC	SC 250 + 250	3,5 – 6,0	Pré/Pós	III	NA	NE
	Banir	SL 480	1,5 – 2,5	Pós	II	NA	110
	Basagran 480	SL 480	1,5	Pós	III	III	110
	Basagran 600	SL 600	1,2	Pós	III	III	110
Carfentrazone-ethyl	Aurora 400 EC	EC 400	25 – 31 mL	Pós	II	II	84
Cyanazine	Bladex 500	SC 500	3,0 – 4,5	Pré	III	I	NE

Tabela 6.1 Continuação

Ingrediente ativo	Produto comercial	Formulação ¹ e concentração (g L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Dose de aplicação (kg ou L ha ⁻¹)	Época de aplicação ²	Classificação		Intervalo de segurança ⁵ (dias)
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴	
Dimethenamid	Zeta 900	EC 900	1,25	Pré	I	II	NE
	Aminamar	SL 806	2,5 – 3,5	Pré	I	NA	SI
	Aminol 806	SL 806	0,5 – 1,5	Pós	I	I	NE
	Caprí	SL 868	1,0 – 1,25	Pós	I	II	NE
	DMA 806 BR	SL 806	2,5 – 3,5	Pré	I	NA	NE
	2,4-D Amina 72	SL 698	0,7 – 1,5	Pós	I	III	NE
	Herbi D-480	SC 480	3,0 – 4,5	Pré/Pós	I	NA	NE
	Navajo	WG 970	1,25 – 1,7	Pós	I	III	NE
	Tento 867 SL	SL 867	2,0	Pós	I	II	NE
	U 46 BR	SL 806	0,5 – 1,5	Pós	I	III	NE
	U 46 D-Fluid 2,4-D	SL 720	2,0 – 3,0	Pré	I	NA	NE
	Weedar 806	SL 806	0,5 – 1,5	Pós	I	III	SI
	Foransulfuron + iodosulfuron-methyl	Equip Plus	WG 300 20	0,12 – 0,15	Pós	III	III
Finale		SL 200	1,5	Pós (ervas)	III	III	NE
Glufosinate-ammonium	Agrisato 480 SL	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	II	NE
	Glifos	SL 480	1,0 – 2,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Glifosato Agripec 720 WG	WG 792	0,5 – 2,5	Pós (ervas)	III	III	NE
	Glifosato Atanor	SL 480	1,0 – 3,0	Pós (ervas)	III	III	NE
	Glifosato Nortox	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
Glyphosate	Glifosato Nortox WG	WG 720	0,5 – 2,5	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Glifosato Nufarm	SL 480	1,0 – 5,0	Pós (ervas)	II	III	NE
	Glifosato 480 Agripec	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	NE

Tabela 6.1 Continuação

Ingrediente ativo	Produto comercial	Formulação e concentração (g L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Dose de aplicação (kg ou L ha ⁻¹)	Época de aplicação ²	Classificação		Intervalo de segurança ⁵ (dias)
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴	
Glyphosate	Gliphogan 480	SL 480	1,0 – 2,0	Pós (ervas)	III	III	NE
	Glister	SL 480	1,0 – 4,0	Pós (ervas)	II	III	NE
	Gliz BR	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Gliz 480 SL	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Polaris	SL 480	0,5 – 5,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Radar	SL 480	0,5 – 5,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Roundup Original	SL 480	0,5 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Roundup Transorb	SL 648	1,0 – 4,5	Pós (ervas)	III	III	NE
	Roundup WG	WG 720	0,5 – 3,5	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Rustler	SL 480	0,5 – 5,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Stinger	SL 480	0,5 – 5,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Trop	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Zapp QI	SL 620	0,7 – 4,2	Pós (ervas)	IV	III	NE
	Imazapic + imazapyr	Onduty	WG 525 + 175	0,1	Pós	III	II
Alliance SC		SC 20	2,5 – 4,0	Pré	III	II	NE
Isoxaflutole	Provence 750 WG	WG 750	80 g	Pré	III	II	NE
	Limuron	SC 450	1,6 – 3,3	Pré	III	NA	60
Mesotrione s-Metolachlor	Callisto	SC 480	0,3 – 0,4	Pós	III	III	60
	Dual Gold	EC 960	1,25 – 1,75	Pré	I	II	NE
Nicosulfuron	Nisshin	WG 750	70 – 80 g	Pós	IV	III	45
	Sanson 40 SC	SC 40	1,25 – 1,5	Pós	IV	II	45
Paraquat	Gramoxone 200	SL 200	1,5 – 3,0	Pós (ervas)/ Pós (d)	II	II	7

Tabela 6.1 Continuação

Ingrediente ativo	Produto comercial	Formulação ¹ e concentração (g L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Dose de aplicação (kg ou L ha ⁻¹)	Época de aplicação ²	Classificação		Intervalo de segurança ⁵ (dias)
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴	
Paraquat + diuron	Gramocil	SC 200 + 100	2,0 – 3,0	Pós (ervas)	II	II	NE
Pendimethalin	Herbadox 500 CE	EC 500	2,0 – 3,5	Pré	II	NA	1
Sethoxydim	Poast	DC 184	1,0 – 1,25	Pós	II	III	60
	Poast Plus	DC 120	1,5 – 2,0	Pós	III	III	60
Simazine	Herbazin 500 BR	SC 500	3,0 – 5,0	Pré	III	NA	1
	Sipazina 800 PM	WP 800	2,0 – 5,0	Pré	III	NA	NE
Sulfosate	Touchdown	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	NE
Tembotrione	Soberan *	SC 420	0,18 – 0,24	Pós	III	III	98
Terbutilazina	Gardoprim	SL 500	4,0 – 7,0	Pré	IV	II	NE
	Novolate	EC 600	0,9 – 4,0	Pré	I	II	NE
Trifluralin	Premerlin 600 CE	EC 600	3,0 – 4,0	Pré	II	II	NE
	Trifluralina Nortox Gold	EC 450	1,2 – 5,0	Pré	II	II	NE

¹ EC = Concentrado Emulsionável; SC/SL = Concentrado Solúvel; WG = Granulado Dispersível; WP = Pó Molhável; DC = Concentrado Dispersível; SE = Suspo-emulsão.

² Pré = Pré-emergência; Pós = Pós-emergência; Pós(d) = Pós-emergência dirigida; Pós(ervas) = Pós-emergência na ausência da cultura.

³ I – Extremamente tóxico; II – Altamente tóxico; III – Medianamente tóxico; IV – Pouco tóxico.

⁴ I – Produto altamente perigoso; II – Produto muito perigoso; III – Produto perigoso; NA – Não avaliado.

⁵ NE – Não Especificado, devido à modalidade de aplicação; SI – Sem Informação.

* Sempre adicionar um adjuvante à base de éster metilado na calda de aplicação, na dose de 1,0 litro/ha. O produto deverá ser complementado com aplicações de atrazina, na dose de 1,000 g/ha i.a., para fornecer efeito residual de controle (consulte a bula do produto para maiores informações).

Tabela 6.2 Herbicidas registrados e indicados para controle de plantas daninhas na cultura de sorgo.

Ingrediente ativo	Produto comercial	Formulação ¹ e concentração (g L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Dose de aplicação (kg ou L ha ⁻¹)	Época de aplicação ²	Classificação		Intervalo de segurança ⁵ (dias)
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴	
Atrazine	Atrazina Nortox 500 SC	SC 500	3,0 – 6,5	Pré/Pós	III	II	NE
	Atrazinax 500	SC 500	3,0 – 6,5	Pré/Pós	III	NA	NE
	Gesaprim GrDa	WG 880	2,0 – 3,0	Pré/Pós	III	II	NE
	Gesaprim 500 Ciba-Geigy	SC 500	4,0 – 5,0	Pré/Pós	IV	II	NE
Atrazine + simazine	Herbitrin 500 BR	SC 500	4,0 – 8,0	Pré	III	NA	NE
	Proof	SC 500	4,0 – 5,0	Pré/Pós	IV	II	NE
2,4 – D (amina)	Extrazin SC	SC 250 + 250	3,6 – 6,8	Pré	III	NA	45
	Herbi D-480	SL 480	3,0 – 4,5	Pré/Pós	I	NA	NE
Linuron	Atalon SC	SC 450	1,6	Pós	III	NA	60
	Gramoxone 200	SL 200	1,5 – 3,0	Pós (ervas)	II	II	7
Simazine	Sipazina 800 PM	WP 800	2,0 – 5,0	Pré	III	NA	NE

¹ SC/SL = Concentrado Solúvel; WG = Granulado Dispersível; WP = Pó Molhável.

² Pré = Pré-emergência; Pós = Pós-emergência; Pós(ervas) = Pós-emergência na ausência da cultura ou dirigida.

³ I – Extremamente tóxico; II – Altamente tóxico; III – Medianamente tóxico; IV – Pouco tóxico.

⁴ II – Produto muito perigoso; NA – Não Avaliado.

⁵ NE – Não especificado, devido à modalidade de aplicação; SI – Sem Informação

7. MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS

7.1 Principais doenças da cultura do milho e medidas gerais de controle

Na Tabela 7.1 são listadas as principais doenças do milho e o nome científico do agente causal.

Tabela 7.1 Principais doenças da cultura de milho e seus respectivos agentes causais.

Nome da Doença	Agente Causal
Ferrugem comum	<i>Puccinia sorghi</i>
Ferrugem polissora	<i>Puccinia polysora</i>
Ferrugem tropical	<i>Physopella zeae</i>
Cercosporiose	<i>Cercospora zeae-maydis</i>
Helmintosporiose comum	<i>Exserohilum turcicum</i>
Helmintosporiose maidis	<i>Bipolaris maydis</i>
Mancha branca	<i>Phaeosphaeria maydis</i>
Mancha de macrospora	<i>Stenocarpella macrospora</i>
Mancha ocular	<i>Kabatiella maydis</i>
Mancha pardo escura	<i>Physoderma maydis</i>
Enfezamento pálido	<i>Spiroplasma kunkelli</i>
Enfezamento vermelho	<i>Fitoplasma</i>
Míldio do sorgo	<i>Peronosclerospora sorghi</i>
Antracnose	<i>Colletotrichum graminicola</i>
Diplodia	<i>Stenocarpella maydis</i> e <i>S. macrospora</i>
Fusariose	<i>Fusarium verticillioides</i>
Murcha	<i>Acremonium strictum</i>
Giberela	<i>Gibberella zeae</i>
Nigrospora	<i>Nigrospora oryzae</i>
Carvão da espiga	<i>Ustilago maydis</i>
Carvão do pendão	<i>Sphacelotheca reilliana</i>
Mofo azulado	<i>Penicillium</i> spp.
Estiolamento e morte de plântulas	<i>Pythium</i> spp.
Tombamento e morte de plântulas	<i>Rhizoctonia solani</i>
Podridão de raízes	<i>Pythium</i> spp., <i>R. solani</i> , <i>Fusarium</i> spp.

A redução da intensidade de doenças no milho deve ser explorada pelo somatório de práticas de controle.

Entre as medidas de manejo integrado de doenças do milho destacam-se: híbrido resistente e/ou tolerante, produção de sementes sadias, tratamento de sementes com fungicidas e doses eficientes, escolha da época de semeadura, rotação de culturas, escolha das espécies de plantas que antecedem o cultivo do milho, eliminação de plantas voluntárias e de hospedeiros secundários, balanço adequado de fertilidade, observância correta da população de plantas para cada híbrido e, se necessária, a aplicação de fungicidas em órgãos aéreos.

7.1.1 Resistência genética

A resistência genética é a medida preferencial de controle de doenças parasitárias. Devido à disponibilidade de híbridos comerciais, o agricultor tem a possibilidade de escolher aqueles

com resistência a uma dada moléstia que predomine na região.

A reação dos híbridos por graus de resistência (R, MR, MS, S) ou de tolerância (AT, T, MT, BT), normalmente é disponibilizada pelas empresas que comercializam as sementes.

O uso de híbridos resistentes ou tolerantes é estratégia eficaz para controle de doenças foliares causadas por parasitas biotróficos (*Puccinia*, *Physopella*, *Ustilago*, *Peronosclerospora* e *Sphacelotheca*) e necrotróficos (*Exserohilum*, *Bipolaris*, *Cercospora* e *Phaeosphaeria*). Resistência ou tolerância também pode ser obtida para doenças do colmo e da espiga, no entanto, em função da variabilidade genética dos agentes causais, do sistema de cultivo, da pressão de inóculo na área e das condições climáticas, os híbridos podem não conferir a reação designada. Assim, normalmente são encontradas informações atribuídas por escala de notas ou situações onde se descrevem “boa sanidade de colmo”, “bom para acamamento”, “boa sanidade de espiga” e “bom para grãos ardidos”. São termos subjetivos que devem ser evitados pela ciência. São escassas as informações referentes à reação do híbrido específica para um determinado patógeno causador de podridão do colmo ou da espiga.

Não existem informações disponíveis nos programas de melhoramento quanto ao uso de híbridos resistentes aos fungos patogênicos presentes no solo que provocam deterioração de semente, morte de plântula e podridão radicular.

Em relação à nematóides causadores de necrose em raízes podem ser encontradas informações sobre graus de resistência ou fator de multiplicação nos tecidos radiculares.

A reação dos híbridos comerciais às doenças deveria ser feita por entidade oficial.

7.1.2 Rotação de culturas

O efeito da rotação de culturas relaciona-se à fase de sobrevivência do patógeno. Nesta fase, os patógenos são submetidos à intensa competição microbiana, durante a qual levam desvantagem. Correm, também, o risco de não encontrar o hospedeiro, o que determina sua morte por desnutrição. No caso do milho, isto ocorre no período entre dois cultivos, durante a fase saprofítica.

Os patógenos potencialmente controlados pela rotação de culturas são: *Stenocarpella macrospora*, *S. maydis*, *Cercospora zae-maydis*, *Exserohilum turcicum*, *Bipolaris maydis*, *Fusarium verticillioides* e *Colletotrichum graminicola*.

De modo geral, as espécies leguminosas brassicáceas não são hospedeiras dos patógenos do milho. Por essa razão, deveriam ser empregadas num sistema de rotação e sucessão de culturas com milho. No sistema de rotação, no verão, as espécies vegetais mais utilizadas são soja e feijão.

7.1.3 Sucessão de culturas

O cultivo alternado de diferentes espécies, na mesma área, em estações diferentes, constitui a sucessão anual de culturas. No sul do Brasil, o cultivo de inverno antecedendo milho pode predispor a ocorrência de algumas doenças.

Nos casos de antracnose (*Colletotrichum graminicola*) e giberela (*Gibberella zae*), uma das principais fontes de inóculo primário para estes fungos são os restos culturais de gramíneas cultivadas no inverno como trigo, cevada, aveia e azevém. Por esta razão, essas espécies não deveriam anteceder o cultivo de milho. Como medida de controle, recomenda-se o cultivo de milho, de preferência, em sucessão sobre restos culturais de espécies vegetais como nabo forrageiro, ervilhaca, ervilha, canola e outras.

7.1.4 Produção de sementes sadias

A semente infectada pode garantir sobrevivência de microrganismos patogênicos do milho. Pela semente infectada os patógenos podem ser disseminados a curta e longa distância, sendo responsável pela introdução de alguns fungos e bactérias em lavouras de primeiro ano de cultivo ou em áreas de rotação de culturas.

A taxa de transmissão dos patógenos da semente para planta depende de fatores como: severidade de infecção da semente, localização do inóculo na semente, umidade e temperatura do solo, profundidade de semeadura e vigor de sementes.

A presença de alguns fungos na semente pode não acarretar em problemas na fase de estabelecimento de plântulas, porém estes podem ser transmitidos e ao final do ciclo da cultura provocar podridão da base do colmo. Servem de exemplo desta situação os fungos *F. verticillioides*, *S. maydis* e *S. macrospora*.

Os fungos de armazenamento dificilmente são transmitidos à planta. No entanto, a sua presença na semente pode levar a problemas de deterioração (germinação da semente e emergência da plântula).

A produção de semente sadia é de competência da empresa que produz e comercializa as sementes. É indispensável nas lavouras produtoras de semente o uso integrado das estratégias de controle de doenças para eliminar ou reduzir o potencial de infecção da semente no campo.

A semente deveria ser produzida em áreas com rotação de culturas.

7.1.5 Tratamento de sementes com fungicidas

O tratamento de sementes de milho com fungicidas têm como objetivos controlar e/ou erradicar fungos associados à semente (*S. macrospora*, *S. maydis*, *B. maydis*, *F. verticillioides*, *F. graminearum*, *C. graminicola*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Acremonium* sp.), proteger a semente em germinação e/ou a plântula contra o ataque de fungos do solo (*Pythium* spp., *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Rhizoctonia* spp. e *Trichoderma* sp.) e garantir a germinação e o vigor em condições adversas de semeadura.

A eficiência no controle do complexo de fungos associados às sementes tem sido melhorada pelo uso de sementes com menor incidência de fungos, uso de sementes com menor índice de injúria-mecânica visível no pericarpo, pela mistura de fungicidas e melhoria na qualidade do tratamento industrial.

7.1.6 Eliminação de hospedeiros secundários e de plantas voluntárias

Hospedeiros secundários são plantas sem importância econômica, como por exemplo, nativas ou plantas daninhas. Um dos principais hospedeiros secundários dos patógenos de milho é o sorgo de alepo, também, denominado de capim massambará. A eliminação destas plantas numa lavoura contribui para reduzir a chance de sobrevivência dos patógenos e, conseqüentemente, a fonte de inóculo primário.

Plantas voluntárias são aquelas que se desenvolvem espontaneamente numa lavoura a partir dos grãos que são perdidos no momento da colheita. Estas plantas se constituem na principal alternativa de sobrevivência dos parasitas biotróficos e numa opção para abrigar, também, no período entressafras, os parasitas necrotróficos. A presença de plantas voluntárias ou as do cultivo de milho safrinha no período de entressafra garante o acesso dos patógenos presentes aos restos culturais. Nesta situação, perde-se o efeito da rotação de culturas, pois fica garantida a sobrevivência dos fitopatógenos necrotróficos de milho.

Sob o ponto de vista epidemiológico, o cultivo de milho safrinha, no Brasil, pela extensão de sua área, determinou uma alteração profunda e imprevisível no comportamento das doenças de milho. Desta maneira, mesmo o clima não sendo tão favorável ao desenvolvimento dos patógenos e do hospedeiro, em algumas situações pode ocorrer danos consideráveis na cultura, como o ataque severo de ferrugens, do mildio, de manchas foliares e de podridões do colmo e da espiga. As viroses e o enfezamento, também, podem ter sua importância aumentada, uma vez que a população dos insetos vetores como pulgões e cigarrinhas deve ter um aumento marcante, devido à disponibilidade de nutrição durante quase todo o ano.

7.1.7 Balanço adequado de adubação química

A adubação deverá ser feita de acordo com a recomendação da análise química do solo. O desequilíbrio de nutrientes, especialmente o excesso de nitrogênio ou a deficiência de potássio, pode predispor ao surgimento de moléstias nas plantas de milho. A falta ou o desequilíbrio de N e K contribui para o aumento das podridões do colmo.

7.1.8 Densidade de plantas

À medida que a população de plantas aumenta, a demanda por nutrientes e água também é incrementada e, quando não forem devidamente supridas qualitativa e quantitativamente, pode predispor as plantas à infecção por fungos causadores de podridões do colmo e da espiga de milho.

7.1.9 Manejo da irrigação

A irrigação por aspersão, como por exemplo, pivô central, pode aumentar significativamente a intensidade de podridões do colmo e da espiga e as doenças foliares.

Doenças de milho, como ferrugens e manchas foliares, cujos agentes causais comumente apresentam mais de um ciclo biológico durante o ciclo da cultura, são favorecidas quando a irrigação propicia sucessivos períodos de molhamento foliar.

A taxa de crescimento de uma doença foliar resulta em maior incidência e severidade com o aumento da umidade relativa no dossel da cultura. Se a irrigação for feita principalmente durante as primeiras horas da manhã, aumentando a duração do período de molhamento foliar propiciado pelo orvalho, requerido à infecção, maior será a intensidade da doença.

Irrigações sucessivas durante a polinização e a fecundação do milho, seguidas de dias encobertos e quentes, podem favorecer a infecção de fungos nas espigas, levando aumento da incidência de grãos ardidos.

Por outro lado, plantas com balanço nutricional adequado e fornecimento de água necessário pela demanda podem apresentar menor intensidade de podridões do colmo, devido à menor predisposição à infecção e à colonização por fungos necrotróficos.

7.1.10 Aplicação de fungicidas na parte aérea

O objetivo da aplicação de fungicida é manter a planta o mais tempo possível com área foliar sadia.

As maiores probabilidades de retorno financeiro pela aplicação de fungicidas na parte aérea da planta de milho ocorrem quando o híbrido é suscetível ou apresenta baixa tolerância a doenças foliares, quando o clima é favorável (excesso de precipitações e dias encobertos), quando o sistema de cultivo predominante é plantio direto e monocultura, quando o milho é cultivado na safrinha e onde há muito cultivo de milho (safra e safrinha) em uma determinada região que garante fonte de inóculo.

Os fungicidas devem ser utilizados nas condições em que a doença alvo do controle químico está causando perdas significativas que justifiquem o custo de controle (custo da aplicação + custo do fungicida).

A pesquisa já determinou critérios científicos indicadores do momento para aplicação de fungicidas para garantir o retorno econômico de sua aplicação, com base num limiar de dano econômico. Funções de dano foram geradas para a cercosporiose, helmintosporiose, ferrugem comum e ferrugem polissora.

Uma das dificuldades encontradas no controle químico é a eficiência da tecnologia de aplicação.

7.1.11 Controle de fungos de armazenamento

O controle de fungos de armazenagem pode ser feito na colheita, na secagem e no armazenamento, baseando-se no uso conjunto de medidas de controle que incluem: realizar a colheita imediatamente quando a umidade do grão atingir 24 a 26 %; (b) regular a colhedora para prevenir ou minimizar injúria mecânica no grão e obter melhor limpeza possível dos grãos (um grão intacto é mais resistente à penetração por fungos do que um grão que tenha sido quebrado ou rachado); (c) uma vez colhido, o produto deve ser imediatamente seco (dentro de 24 a 48 h no máximo) até níveis de 13-14 % de umidade; (d) manter os níveis de umidade abaixo do ótimo para crescimento dos fungos (<13 %); (e) evitar o desenvolvimento de insetos na massa de grãos pelo manejo preventivo (limpeza das instalações, evitar mistura de lotes, manter umidade e temperatura baixa) e curativo (expurgo); (f) uso de temperatura baixa para prevenir o crescimento de fungos e o desenvolvimento de insetos e (g) limpar as instalações de armazenagem ao receber novos lotes de grãos.

Nas Tabelas 7.3 e 7.4 encontram-se os fungicidas com registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para tratamento de sementes e da parte aérea, respectivamente, na cultura do milho.

7.2 Principais doenças da cultura do sorgo

Se as condições ambientais forem favoráveis ao patógeno e a cultivar for suscetível, um grande número de doenças podem se tornar limitantes à cultura de sorgo. Dependendo do ano e da região onde o sorgo é cultivado, pode ocorrer o ataque de patógenos causadores de doenças foliares e da panícula, de agentes causais de doenças sistêmicas, além de fungos de solo causadores de podridões radiculares e viroses. Entre as características das principais doenças que afetam a cultura, destacam-se as que seguem.

A antracnose tem sido, nos últimos anos, a mais importante doença da cultura no Brasil. Caracteriza-se pelas lesões produzidas nas folhas com a presença de acérvulos (frutificação típica do patógeno), o principal fator para identificação da doença no campo. O míldio manifesta-se tanto pela produção de lesões localizadas nas folhas, como pela produção de plantas com infecção sistêmica. A helmintosporiose é uma doença cuja importância vem aumentando e cujo desenvolvimento de lesões alongadas e elípticas de coloração vermelho - púrpura ou amarelo – alaranjadas caracteriza a presença da doença. Em relação ao ergot, o sinal externo mais evidente da doença é o exsudato viscoso e açucarado que sai das flores infectadas, caracterizando o nome comum da doença, "Doença Açucarada do Sorgo". A pulverização de fungicidas na parte aérea das plantas visa, principalmente, proteger os sítios de infecção, representados pelos floretes individuais da panícula, do desenvolvimento do fungo *Claviceps africana*, agente causal do ergot. A podridão seca de macrophomina tem sido um problema maior em sementes de safinha, quando a cultura enfrenta situações de deficiência hídrica, condição que é, também favorável ao desenvolvimento do patógeno. Na Tabela 7.2 é apresentada uma lista mais ampla das principais doenças que afetam a cultura de sorgo no Brasil e com o nome científico do seu respectivo agente causal.

7.2.1 Medidas gerais de controle de doenças

Frequentemente, várias alternativas são necessárias para o manejo das doenças do sorgo. A erradicação completa de um patógeno de uma determinada região é praticamente impossível do ponto de vista biológico, mas uma redução significativa da quantidade de inóculo é possível pela rotação de culturas, eliminação de hospedeiros alternativos ou plantas daninhas e de plantas doentes e resistência genética. A eliminação do capim massambará pode contribuir, por exemplo, para redução do potencial de inóculo de *Colletotrichum graminicola*, agente causal da antracnose, e de *Peronosclerospora sorghi*, agente causal do míldio de sorgo. Além disso, a utilização de cultivares resistentes ao acamamento e tolerantes à seca, bem como a utilização de

níveis adequados de adubação, podem amenizar os danos causados pelas doenças que afetam a cultura.

7.2.2 Resistência genética a doenças na cultura de sorgo

A resistência genética constitui-se em uma das mais comuns e, ao mesmo tempo, mais eficiente medida para controle de doenças. Empregada há mais de um século, é considerada indispensável para o manejo de doenças de plantas. Em muitas situações, a resistência tem apresentado uma boa durabilidade e uma boa estabilidade, mas há também exemplos de erosão da resistência, devido à adaptação do patógeno. Considerando-se a antracnose, a principal doença de sorgo no Brasil, a principal medida de controle é a utilização de cultivares geneticamente resistentes. Entretanto, o uso da resistência genética é dificultado pela elevada variabilidade apresentada por *C. graminicola*, que pode determinar, muitas vezes, que uma cultivar deixe de ser resistente pela rápida adaptação de uma nova raça do patógeno. Outras estratégias de utilização da resistência genética, como, resistência dilatória e diversificação da população hospedeira, têm sido estudadas quanto à eficiência na redução da severidade da antracnose. A baixa frequência ou a inexistência, na população de *C. graminicola*, de virulência associada a determinados genótipos, tem sido, também, explorada na identificação de combinações de linhagens de sorgo para a geração de híbridos com resistência estável a este patógeno. Com base neste tipo de informação, é possível supor que tais combinações são indicativas da existência de alguma limitação à capacidade de adaptação do patógeno, pelo menos a determinadas combinações de genes de resistência no hospedeiro. Esta estratégia, que tem sido denominada de "pirâmide contra a associação de virulência", tem permitido a obtenção de híbridos de sorgo de elevada resistência a *C. graminicola*.

Nas Tabelas 7.5 e 7.6, encontram-se os fungicidas com registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para tratamento de sementes e da parte aérea, respectivamente, na cultura de sorgo.

Tabela 7.2 Principais doenças da cultura de sorgo e seus respectivos agentes causais.

Nome da doença	Agente causal
Antracnose	<i>Colletotrichum graminicola</i>
Tombamento	<i>Aspergillus</i> spp.
Ergot; Doença-açucarada-do-sorgo	<i>Claviceps africana</i>
Mofo-da-panícula-e-grãos	<i>Curvularia</i> spp.
Helminthosporium; Mancha-foliar	<i>Exserohilum turcicum</i>
Podridão-de-Fusarium; Podridão-do-colmo	<i>Fusarium moniliforme</i>
Podridão-cinzenta-do-caule; Podridão-seca-do-colmo	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Fungo-de-armazenamento	<i>Penicillium</i> spp.
Míldio-do-sorgo	<i>Peronosclerospora sorghi</i>
Ferrugem	<i>Puccinia purpurea</i>
Estiolamento; Podridão-de-raízes; Tombamento	<i>Pythium</i> spp.
Damping-off ; Tombamento	<i>Rhizoctonia solani</i>
Podridão-de-raízes; Tombamento	<i>Rhizoctonia</i> spp.
Mofo-preto	<i>Rhizopus</i> spp.
Murcha-de-Sclerotium; Podridão-de-Sclerotium	<i>Sclerotium rolfsii</i>

Tabela 7.3 Fungicidas com registro para tratamento de sementes de milho.

Nome comum	Nome comercial	Formulação ¹	Concentração (g/L ou kg)	Dose para 100 kg de sementes ²	Classe tóxico-lógica	Fungos controlados	Empresa registrante
Captan	Captan 200	SC	200	375 mL p.c.	I	<i>Pythium</i> spp <i>Rhizoctonia solani</i>	Agricur
Captan	Captan 500 TS	PM	500	300 g p.c.	II	<i>Fusarium moniliforme</i>	Fersol
Captan	Captan 750 TS	PS	750	160 g p.c.	III	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Stenocarpella maydis</i>	Hokko
Carbendazim + Tiram	Derosal Plus	SC	150+350	200-300g p.c.	III	<i>Fusarium moniliforme</i> ; <i>Aspergillus flavus</i> ; <i>Helminthosporium maydis</i> ; <i>Penicillium oxalicum</i>	Bayer CropScience
Carboxina + Tiram ³	Vitavax -Thiram	PM	375 + 375	250 - 400 g p.c.	II	<i>Acremonium strictum</i> , <i>Aspergillus</i> spp., <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Penicillium oxalicum</i>	Crompton

¹Formulação: SC – Suspensão Concentrada; PS – Pó Seco; PM – Pó Molhável; ²p.c. – Produto comercial; i.a. – Ingrediente ativo; ³Refere-se a uma pré-mistura.

Tabela 7.3 Continuação

Nome comum	Nome comercial	Formulação ¹	Concentração (g/L ou kg)	Dose para 100 kg de sementes ²	Classe tóxico-lógica	Fungos controlados	Empresa registrante
Fludioxonil	Maxim	SC	25	150 mL p.c. 3,75 g i.a.	IV	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Stenocarpella maydis</i>	Syngenta
Fludioxonil+ Metalaxil	Maxim XL	SC	25 + 10	100 - 150 mL p.c.	III	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Pythium aphanidermatum</i>	Syngenta
Tibendazol	Tecto 100	PS	100	100 - 200 g p.c.	IV	<i>Aspergillus</i> spp., <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Penicillium digitatum</i>	Syngenta
Tibendazol	Tecto 600	PM	600	15 - 76 g p.c.	IV	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Penicillium digitatum</i>	Syngenta

¹Formulação: SC – Suspensão Concentrada; PS – Pó Seco; PM – Pó Molhável; ²p.c. – Produto comercial; i.a. – Ingrediente ativo; ³Refere-se a uma pré-mistura.

Tabela 7.3 Continuação

Nome comum	Nome comercial	Formulação ¹	Concentração (g/L ou kg)	Dose para 100 kg de sementes ²	Classe tóxico-lógica	Fungos controlados	Empresa registrante
Tiram	Mayran	PS	700	200 - 300 g p.c.	III	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Stenocarpella maydis</i>	Enro
Tiram	Thiram 480 TS	SC	480	300mL p.c.	IV	<i>Acremonium strictum</i> , <i>Aspergillus</i> spp. <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Penicillium oxalicum</i> <i>Rhizopus</i> spp.	Crompton
Toifluanida	Euparen M 500	PM	500	150 g p.c. 75 g i.a.	III	<i>Aspergillus</i> spp., <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Penicillium oxalicum</i>	Bayer CropScience

¹Formulação: SC – Suspensão Concentrada; PS – Pó Seco; PM – Pó Molhável; ²p.c. – Produto comercial; i.a. – Ingrediente ativo; ³Refere-se a uma pré-mistura.

Tabela 7.4 Fungicidas com registro para controle de doenças da parte aérea de milho.

Nome comum	Nome comercial	Formulação ¹	Concentração (g/L ou kg)	Dose L ou g ha ⁻¹	Classe tóxico-lógica	Fungos controlados	Empresa registrante
Azoxistrobina + Ciproconazol	Priori Xtra	SC	200+80	0,6 L p.c.	III	<i>Phaeosphaeria maydis</i> , <i>Cercospora zeae-maydis</i>	Syngenta
Piraclostrobina	Comet	CE	250	0,6 L p.c. 150 g i.a.	II	<i>Puccinia polysora</i> , <i>Phaeosphaeria maydis</i>	Basf
Piraclostrobina + Epoxiconazol ³	Opera	SE	133 +50	0,7 L p.c. 137,25 g i.a.	II	<i>Puccinia polysora</i> , <i>Phaeosphaeria maydis</i>	Basf
Propiconazol	Tilt	CE	250	0,4 L p.c.	III	<i>Exserohilum turcicum</i> , <i>Physopella zeae</i>	Syngenta
Tebuconazol	Constant	CE	200	1 L p.c.	III	<i>Exserohilum turcicum</i> , <i>Puccinia polysora</i> , <i>Puccinia sorghi</i>	Bayer CropScience
Tebuconazol	Elite	CE	200	1 L p.c.	III	<i>Exserohilum turcicum</i> , <i>Puccinia polysora</i> , <i>Puccinia sorghi</i>	Bayer CropScience

Tabela 7.4 Continuação.

Nome comum	Nome comercial	Formulação ¹	Concentração (g/L ou kg)	Dose L ou g.ha ⁻¹	Classe tóxico-lógica	Fungos controlados	Empresa registrante
Tebuconazol	Folicur 200	CE	200	1 L p.c. 200 g i.a.	III	<i>Puccinia polysora</i> , <i>Puccinia sorghi</i> , <i>Exserohilum turcicum</i>	Bayer CropScience
Tebuconazol	Triade	CE	200	1 L p.c.	III	<i>Puccinia polysora</i> , <i>Puccinia sorghi</i> , <i>Exserohilum turcicum</i>	Bayer CropScience
Trifloxistrobina + Propiconazol	Stratego 250	CE	125 + 125	0,8 L p.c. 100 + 100 g i.a. 0,6 L p.c. 75 + 75 g i.a.	II	<i>Puccinia sorghi</i> , <i>Phaeosphaeria maydis</i> <i>Cercospora zeae-maydis</i>	Bayer CropScience
Trifloxistrobim+ Tebuconazole	Nativo	SC	100 + 200	0,75L p.c. 0,6 L	III	<i>Phaeosphaeria maydis</i> <i>Puccinia polysora</i>	Bayer CropScience

¹Formulação: CE – Concentrado Emulsionável; SE – Susp/Emulsão; SC – Suspensão Concentrada. ²p.c. – Produto comercial; i.a. – Ingrediente ativo. ³Refere-se a uma pré-mistura.

Tabela 7.5 Fungicidas com registro para tratamento de sementes de sorgo.

Nome comum	Nome comercial	Formulação ¹	Concentração (g/L ou kg)	Dose do produto comercial p/a 100 kg de sementes	Classe tóxico-lógica	Fungos controlados	Empresa registrante
Captan	Captan 200	SC	200	375 mL	I	<i>Pythium</i> spp <i>Rhizoctonia</i> spp.	Agricur
Tiram	Mayran	PS	700	200 - 300 g	III	<i>Rhizoctonia solani</i>	Enro
Tiram	Rhodauram 700	PS	700	300 g	III	<i>Fusarium moniliforme</i>	Bayer CropScience

¹Formulação: SC – Suspensão Concentrada; PS – Pó Seco.

Tabela 7.6 Fungicidas com registro para controle de doenças da parte aérea de sorgo.

Nome comum	Nome comercial	Formulação ¹	Concentração (g/L)	Dose produto comercial (L/ha)	Classe tóxico-lógica	Fungos controlados	Empresa registrante
Tebuconazol	Elite	CE	200	1 L	III	<i>Claviceps africana</i>	Bayer CropScience
Tebuconazol	Follicur 200	CE	200	1 L	III	<i>Claviceps africana</i>	Bayer CropScience
Tebuconazol	Triade	CE	200	1 L	III	<i>Claviceps africana</i>	Bayer CropScience

¹Formulação: CE – Concentrado Emulsionável.

8. MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

8.1 Introdução

As culturas de milho e sorgo são cultivadas, no Rio Grande do Sul, em época climaticamente propícia ao desenvolvimento de inúmeras espécies de insetos e de outros organismos fitófagos. Em todos os estádios fenológicos destas culturas existem insetos e outros organismos associados, embora poucos sejam considerados praga, do ponto de vista econômico. Destaque especial merecem as pragas iniciais, que atacam sementes e plântulas, cujos danos se traduzem pela redução da densidade de plantas.

Entre os principais aspectos que devem ser cuidados no armazenamento de milho e sorgo, uma vez limpos e secos, são as pragas que atacam os grãos, danificando-os e, muitas vezes, dificultando a comercialização. Esses fungos podem produzir micotoxinas nocivas ao homem e aos animais.

Com poucas exceções, as pragas de campo e de armazém de milho e de sorgo são comuns e o que varia é a incidência e a importância de algumas espécies.

8.2. Pragas de lavoura

8.2.1 Pragas de sementes, raízes e partes subterrâneas de plântulas

Corós – *Diloboderus abderus*, *Phyllophaga triticophaga*
Larva-alfinete – *Diabrotica speciosa*

Os corós são larvas escarabeiformes (corpo recurvado em forma da letra “C”), de coloração geral branca, com cabeça e pernas (três pares) marrons. As espécies rizófagas que ocorrem em milho podem atingir de 4 a 5 cm de comprimento quando em seu tamanho máximo. Seus danos decorrem de destruição de plântulas, as quais puxadas para dentro do solo ou que secam e morrem pela falta de raízes ou, ainda, que originam plantas adultas menos produtivas. Os danos de corós são mais acentuados durante os meses de inverno e início da primavera.

A larva-alfinete é a forma jovem da vaquinha verde-amarela, comumente denominada patriota. O adulto, que é polígrafo, oviposita no solo ou junto às plântulas de milho, geralmente duas a quatro semanas após a semeadura. Embora não seja um fator determinante, tendo em vista a grande mobilidade dos adultos, a presença de outros hospedeiros nas proximidades pode facilitar a incidência de larvas em milho. As larvas alfinete atacam as raízes, inclusive as adventícias, geralmente a partir de um mês após a semeadura, observando-se o sintoma de pescoço-de-ganso ou milho ajoelhado. As plantas atacadas ficam menos produtivas e mais sujeitas ao acamamento.

8.2.2 Pragas de colmos e da base de plântulas

Broca-do-colo – *Elasmopalpus lignosellus*
Lagarta-rosca – *Agrotis ipsilon*
Percevejo-barriga-verde – *Dichelops melacanthus*

A broca-do-colo é uma lagarta de coloração marrom-esverdeada, muito ativa, que mede cerca de 2 cm de comprimento e ataca as plantas com até 30 cm de altura. Faz uma galeria ascendente a partir do colo da planta, provocando o secamento da folha central (“coração morto”) e até a morte de plântulas. Sua incidência está associada a períodos de seca e solos arenosos, não sendo geralmente problema em plantio direto e em cultivos irrigados.

A lagarta-rosca é uma praga que vive enterrada no solo, à pequena profundidade, junto à plântula. Tem coloração pardo-acinzentada, é robusta e atinge até 5 cm de comprimento. Sai à noite e corta as plântulas ao nível do solo. Pode abrir galeria na base de plantas mais

desenvolvidas, provocando o sintoma de “coração morto” e o aparecimento de estrias claras nas folhas. A planta que sobrevive ao ataque pode perfilhar excessivamente, gerando uma “touceira” improdutiva. Sua ocorrência pode ser influenciada pela existência de plantas hospedeiras na área, como língua-de-vaca e caruru, antes da semeadura.

O percevejo-barriga-verde suga a seiva da base do colmo, causando o murchamento da planta e depois o secamento. Podem também provocar o perfilhamento do milho, o que torna a planta improdutiva. Ataques intensos podem causar prejuízos de até 29% na produtividade. Tem 9 mm de comprimento, coloração marrom uniforme, abdômen marrom e espinhos mais escuros em relação à cabeça.

8.2.3 Pragas de folhas de plântulas e de plantas adultas

Lagarta-do-cartucho - *Spodoptera frugiperda*

Lagarta-dos-capinzais - *Mocis latipes*

Pulgão-do-milho - *Rhopalosiphum maidis*

Cigarrinha-do-milho - *Dalbulus maidis*

Cigarrinha-das-pastagens – *Deois flavopicta*

Trips-do-milho – *Frankliniella williamsi*

Dentre as pragas que atacam nestas fases, a lagarta-do-cartucho ou lagarta-militar é considerada a de maior importância. Lagartas recém-eclodidas raspam as folhas e depois se alojam no cartucho das plantas, onde se observa seus excrementos. São de coloração variável, que vai do cinza ao marrom, e atingem 4 cm de comprimento. Pela destruição do cartucho, principalmente na fase próxima ao florescimento, podem causar danos expressivos que se acentuam em períodos de seca. Os danos são maiores quando o ataque ocorre em plantas com 8 a 10 folhas expandidas, embora também possam existir, em menor proporção, quando o ataque ocorre em plantas com até 6 e a partir de 12 folhas. Também podem ser encontradas atacando plântulas, com hábito semelhante ao da lagarta-rosca, e espigas.

A lagarta-dos-capinzais, quando completamente desenvolvida, atinge cerca de 40 mm de comprimento, possui coloração geral amarelada, com estrias longitudinais de coloração castanho-escuro. Possuem a característica de locomoção como se estivessem medindo palmo. É uma praga de ocorrência cíclica e ataca as folhas, destruindo o limbo foliar a partir dos bordos, deixando apenas as nervuras centrais e prejudicando o desenvolvimento da planta.

O pulgão-do-milho possui corpo alongado de coloração amarelo-esverdeado ou azul-esverdeado, com manchas negras na área ao redor dos sínculos, pernas e antenas de coloração escura e tamanho variando de 0,9 a 2,6 mm de comprimento. Os danos causados são uma resposta fisiológica da planta e estão associados com a interação entre a ação dos pulgões e os seguintes fatores: estresse hídrico; elevadas populações de pulgões; possível ação tóxica da saliva do pulgão; compactação dos grãos de pólen e cobertura dos estilo-estigmas pela excreção do excesso da seiva ingerida, causando falhas na polinização e deficiências na granação das espigas; desenvolvimento do fungo denominado fumagina, cobrindo a superfície foliar e prejudicando a fotossíntese e outros processos fisiológicos; e também o genótipo utilizado para cultivo. Os sintomas observados com mais frequência são: morte de plantas, perfilhamento de espigas, espigas atrofiadas e espigas com granação deficiente. Além disso, o pulgão-do-milho pode ser vetor de víruses, principalmente transmitindo o vírus do mosaico comum do milho, doença que tem se destacado nos últimos anos devido ao aumento na incidência e às perdas que pode causar na produtividade.

O adulto da cigarrinha-do-milho apresenta coloração amarelo-pálida, com duas pontuações negras no dorso da cabeça e asas transparentes, seu comprimento varia de 3 a 4 mm. As ninfas também possuem coloração amarelada. Tanto adultos como ninfas são observados sugando seiva no interior do cartucho e a transmissão de patógenos (vírus e mollicutes), que causam o enfezamento de milho, é o que torna este inseto uma praga de importância econômica. Após cerca de 20 dias da aquisição dos patógenos pelas cigarrinhas, ao se alimentar em outra planta, esse inseto transmite a doença em menos de uma hora e pode atingir 100% da lavoura. A

disseminação é facilitada pela existência de cultivares suscetíveis, alta umidade relativa do ar e altas populações da praga. A irrigação e a semeadura fora de época favorecem os insetos e os patógenos.

A cigarrinha-das-pastagens mede 10 mm de comprimento, coloração preta com duas faixas transversais amarelas na asa e clavo amarelo, o abdomen e as pernas são vermelhos. Os adultos migram de pastagens e injetam toxinas nas folhas, provocando seu amarelecimento, em forma de estrias, e posterior secamento. Normalmente as ninfas não colonizam o milho. Nos primeiros 20 dias, as plantas são mais sensíveis ao ataque, secando sob uma infestação de 3 a 4 cigarrinhas por planta.

O tripses-do-milho é um inseto muito pequeno (1,1 mm de comprimento) de coloração geralmente amarela e possuem dois pares de asas franjadas e aparelho bucal raspador-sugador. A fase jovem alada possui coloração mais clara. As fêmeas põem um número variável de ovos dentro do tecido das plantas. Tanto a fase jovem quanto a fase adulta do tripses atacam as folhas, alimentando-se da seiva das plantas, provocando o dobramento dos bordos para cima e a descoloração esbranquiçada. Quando o ataque ocorre nas inflorescências, a descoloração é avermelhada e pode resultar em esterilidade das espiguetas. O desenvolvimento da população da praga evolui conforme o crescimento das plantas, atingindo seu pico no florescimento. O ataque é mais intenso nas primeiras semanas após a emergência da cultura e em condições de déficit hídrico. Em populações elevadas, pode causar a morte de plântulas.

8.2.4 Pragas de espigas e panículas

Lagarta-da-espiga - *Helicoverpa zea*

Mosca-do-sorgo - *Stenodiplosis sorghicola*

A lagarta-da-espiga é uma praga bastante nociva ao milho, prejudicando a produção de três formas: atacando os estilo-estigmas "cabelos", impede a fertilização e, em consequência, ocasionam falhas na espiga; alimentando-se dos grãos leitosos, os destrói; e, finalmente, os orifícios deixados pela lagarta para ir ao solo pupar facilitam a penetração de microrganismos que podem causar prodrídeses.

A mosca-do-sorgo, praga específica do sorgo, é uma pequena mosquinha de coloração alaranjada a avermelhada, de asas transparentes, medindo cerca de 2 mm de comprimento que efetua a postura nas flores originando larvas rosadas, que ao se alimentarem do ovário impedem a formação dos grãos. As panículas são suscetíveis apenas durante 10 dias, podendo por isso haver escape. Por outro lado, as plantas que florescem mais tarde são mais prejudicadas, devido ao aumento da população da praga. Em consequência, geralmente as panículas ficam finas, sem grãos formados, e os prejuízos podem ser totais em certas variedades comerciais.

8.3 Pragas de grãos armazenados

Gorgulhos - *Sitophilus zeamais* e *S. oryzae*

Caruncho - *Tribolium castaneum*

Besourinho - *Rhyzopertha dominica*

As duas espécies de gorgulhos são morfologicamente muito semelhantes, podendo ser separadas somente pela observação da genitália. Podem ocorrer juntas em massa de grãos, sendo a densidade populacional variável, dependendo da região geográfica. Os adultos medem cerca de 2,0 a 3,5 mm de comprimento, e têm coloração castanha-escura, com manchas mais claras nos élitros, visíveis logo após a emergência, a cabeça é projetada à frente em rostro curvado. O ciclo de ovo até à emergência dos adultos é de 34 dias. São considerados praga primária interna, de grande importância, pois podem apresentar infestação cruzada, ou seja, infestar os grãos no campo e também no armazém. Apresentam elevado potencial de reprodução, possuem muitos hospedeiros, como milho, sorgo, arroz, trigo, cevada, triticale, etc., e atacam toda a massa

de grãos. Tanto as larvas como os adultos são prejudiciais e atacam grãos inteiros. Os danos se verificam na redução do peso e da qualidade do grão.

O *T. castaneum* tem coloração castanha-avermelhada, corpo achatado, duas depressões transversais na cabeça e mede de 2,3 a 4,4 mm de comprimento. As larvas são branco-amareladas e cilíndricas (aspecto de larva-aramé), e medem até 7 mm de comprimento. As fêmeas colocam ovos nas fendas das paredes, na sacaria e sobre os grãos. Uma geração pode durar menos que 20 dias. Como é praga secundária, depende do ataque de outras pragas para se instalar nos grãos armazenados. Alimenta-se de vários tipos de grãos e causa prejuízos ainda maiores do que os resultantes do ataque das pragas primárias.

A *Rhizopertha dominica* é considerada praga primária de grãos armazenados, atacando também outros produtos alimentícios. Originariamente nativa dos trópicos, foi disseminada pelo comércio para todas as partes do planeta, sendo seu ataque mais sério nas regiões tropicais e subtropicais. Os insetos adultos têm o corpo cilíndrico e a cabeça voltada para baixo, com tamanho variando de 2,5 a 3,5 mm de comprimento.

Traça-dos-cereais – *Sitotroga cerealella*

Os adultos são mariposas com 10 a 15 mm de envergadura e de 6 a 8 mm de comprimento. As asas anteriores são cor de palha, com franjas, e as posteriores são mais claras, com franjas maiores. Os ovos são colocados sobre os grãos, preferentemente naqueles quebrados e fendidos. Após a eclosão, as larvas penetram no interior do grão, onde se alimentam e completam a fase larval. As larvas podem atingir 6 mm de comprimento e são brancas com as mandíbulas escuras. O período de ovo a adulto dura, em média, 30 dias. É uma praga primária, que ataca grãos inteiros, porém afeta a superfície da massa de grãos. As larvas destroem o grão, alterando o peso e a qualidade.

8.4 Manejo e controle

8.4.1 Pragas de lavoura

Insetos e outros organismos associados às lavouras de milho e de sorgo devem ser manejados para evitar que atinjam níveis capazes de causar danos, quando então podem ser controlados quimicamente. A preservação do controle biológico natural (inimigos naturais das pragas) e o emprego de práticas que favoreçam as plantas e desfavoreçam as pragas deve ser uma preocupação permanente.

Para algumas pragas de milho, existem alternativas ao controle químico como é o caso do controle biológico aplicado de *Spodoptera frugiperda* com parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* e do entomopatógeno *Baculovirus spodoptera*. Para outras, como os corós, práticas culturais específicas podem ser usadas com sucesso para o manejo e a minimização de seus danos.

Quando a opção for pelo controle químico (Tabela 8.1 e 8.2) deve-se preferir sempre os produtos mais seletivos e de menor impacto sobre o ambiente e animais. Seletividade também pode ser obtida através de inseticidas sistêmicos e de aplicação dirigida como é o caso de iscas tóxicas, tratamento de sementes e tratamento de sulco de semeadura. Tratamentos seletivos permitem maximizar o controle biológico natural, que é muito abundante nas culturas de milho e de sorgo.

As pragas de início de ciclo, que atacam sementes, raízes e plântulas, a maioria já presente no solo por ocasião da semeadura, e outras provenientes de posturas no solo ou em plantas após a semeadura e a emergência, constituem um grupo cujo planejamento de controle deve ser feito antes da semeadura. Especialmente em milho, implantado após coberturas vegetais dessecadas com herbicidas, a cultura antecessora é determinante quanto às pragas que poderão ocorrer na fase inicial.

Uma alternativa para se minimizar o dano de corós é o retardamento da época de semeadura, de outubro em diante, pois neste período os insetos não mais se alimentam por estarem, na

maioria, iniciando a fase de pupa. Em áreas infestadas por corós, uma decisão deste tipo deve ser precedida pelo monitoramento dos danos nas plantas de inverno e/ou por levantamentos (abertura de trincheiras no solo) nas culturas de primavera-verão. Embora o nível de controle de corós em milho não esteja determinado experimentalmente, considerando a densidade de plantas e a capacidade de consumo dos corós (uma plântula/semana) estima-se que seja inferior a um coró por metro quadrado.

Em semeadura direta, sob alguma cobertura vegetal de inverno, deve ser feito o monitoramento e a avaliação das espécies de pragas potenciais ao milho, bem como a quantificação de suas populações. Cultivo de milho sobre azevém, aveia-preta, leguminosas ou nabo-forrageiro dessecados, aumenta o risco da ocorrência da broca-da-coroa, da lagarta-do-trigo, de percevejos e de lesmas respectivamente. Da mesma forma, semeaduras após gramíneas dessecadas podem favorecer a infestação de tripses, assim como após pastagens, pode aumentar a possibilidade de ocorrência de cigarrinhas, gafanhotos, tripses e cupins. Esta comissão não indica o uso de inseticidas no momento da dessecação.

A lagarta-rosca é muito difícil de ser controlada com inseticidas, sendo que a pulverização deve ser dirigida para o colo das plantas a serem protegidas. A eliminação de hospedeiros da lagarta-rosca da área antes da semeadura é uma prática que pode contribuir para o manejo desta praga.

O controle químico das larvas de solo que atacam milho na fase inicial da cultura oferece melhor resultado quando feito via tratamento de sementes, aplicação de granulados no sulco ou pulverização no sulco de semeadura. Geralmente, em razão da maior quantidade de ingrediente ativo que permitem aplicar no alvo, os tratamentos de sulco têm melhor resultado em termos de eficiência e de efeito residual.

Sugadores na fase de plântulas, como os pulgões, podem ser controlados eficientemente com inseticidas sistêmicos aplicados às sementes ou em pulverização após a emergência.

O controle químico bem sucedido da lagarta-do-cartucho de milho depende da tecnologia de aplicação, observando um volume mínimo de calda de 200 litros por hectare e da aplicação no momento certo, ou seja, antes que as lagartas se alojem no cartucho e com base no nível de controle econômico (NCE). Assim, sugere-se que o controle seja iniciado quando 20% (NCE) das plantas apresentarem os sinais do ataque inicial de lagartas, conhecidos como "raspagens". No entanto, principalmente em condições de baixa expectativa de produtividade, recomenda-se que o NCE da *S. frugiperda* seja estimado através da fórmula $NCE(\%) = CT / (0,2 \times VP)$, onde: CT= custo do tratamento (custo do inseticida acrescido do custo de pulverização); VP= valor da produção por ha (produtividade x valor da saca). Quando do controle desta praga deve ser feito um rodízio de inseticidas com diferentes mecanismos de ação (Tabela 8.4), em cada safra, reduzindo/retardando deste modo a possibilidade de seleção de biótipos resistentes, até por que, os inseticidas com os princípios ativos clorpirifós, lufenuron e lambda-cialotrina já foram detectados a campo, no Brasil, como ineficientes, devido à resistência desta espécie.

Dentre os procedimentos para se evitar o ataque do pulgão-do-milho, pode-se citar a escolha de cultivares menos suscetíveis; a não realização de semeaduras em diferentes épocas para que não existam plantas de milho de diferentes estádios em áreas próximas; o tratamento de sementes utilizando inseticidas sistêmicos com o objetivo de evitar a infestação precoce nas lavouras de milho, quando as plantas estão na fase mais suscetível e o monitoramento do inseto, observando em detalhe plantas ao acaso na região do cartucho. O monitoramento da população de pulgões deve ser realizado na fase vegetativa da cultura, examinando-se 100 plantas, em grupos de 20, formados aleatoriamente, repetindo-se esta operação para cada 10 hectares. O nível de infestação para cada planta é classificado da seguinte forma: 0 - sem pulgões; 1 - de 1 a 100 pulgões por planta; 2 - mais de 100 pulgões por planta. O tratamento é justificado quando 50% das plantas amostradas estiverem na classe 2, as plantas estiverem sob estresse hídrico e a população de pulgões estiver crescendo. O uso de inseticidas de amplo espectro de ação pode facilitar a ressurgência de populações. Na fase de pendramento, quando o dano já foi causado, o controle não resultará em benefício econômico.

8.4.2 Pragas de grãos armazenados

Os melhores resultados no controle das pragas de grãos armazenados são obtidos quando é feito o manejo integrado de pragas, que compreende várias etapas, como:

a) Medidas preventivas

- Armazenamento de milho e de sorgo com nível de umidade máximo de 13 %;
- Higienização e limpeza de silos, depósitos e equipamentos;
- Eliminação de focos de infestação mediante a retirada, queima ou expurgo dos resíduos do armazenamento anterior;
- Pulverização das instalações que receberão os grãos, usando-se os produtos indicados na Tabela 8.3, na dose registrada e recomendada;
- Evitar a mistura de lotes de grãos não infestados com outros já infestados, dentro do silo ou armazém.

b) Tratamento curativo

Sempre que houver a presença das pragas nos grãos, deve-se fazer o expurgo, usando o produto fosfina (Tabela 8.3.). Esse processo deve ser feito em armazéns, em silos de concreto, em câmaras de expurgo, em porões de navios ou em vagões, sempre com vedação total, observando-se o período mínimo de exposição de sete dias para controle de todas as fases das pragas e a dose indicada do produto.

c) Tratamento protetor de grãos

O tratamento com inseticidas protetores de grãos deve ser realizado no momento de abastecer o armazém e pode ser feito na forma de pulverização na correia transportadora ou em outros pontos de movimentação de grãos, com emprego dos inseticidas químicos líquidos, ou pelo polvilhamento com o inseticida natural na formulação pó seco. Este último é um inseticida proveniente de algas diatomáceas fossilizadas, que é extraído e moído em um pó seco de baixa granulometria. Age no inseto por contato, causando a morte por dessecação, não sendo tóxico e não alterando as características alimentares dos grãos.

É importante que haja uma perfeita mistura do inseticida com a massa de grãos. Também pode ser usado a pulverização ou polvilhamento para proteção de grãos armazenados em sacaria, na dose registrada e recomendada (Tabela 8.3.). No caso de inseticidas químicos, para proteção de grãos em relação aos gorgulhos, recomenda-se o uso de inseticidas organofosforados (pirimifós-metílico), uma vez que estes inseticidas são específicos para essas espécies.

d) Monitoramento da massa de grãos

Uma vez armazenado, milho ou sorgo devem ser monitorados durante todo o período em que permanecer estocado. O acompanhamento de pragas que ocorrem na massa de grãos armazenados é de fundamental importância, pois permite detectar o início da infestação que poderá alterar a qualidade final do grão. Esse monitoramento tem por base um sistema eficiente de amostragem de pragas, independentemente do método empregado, e a medição das variáveis, temperatura e umidade do grão, as quais influenciam a conservação de milho armazenado.

Na falta de uma rede de experimentação de inseticidas e mesmo de um maior volume de resultados de pesquisa sobre controle químico de pragas de lavoura de milho e de sorgo, as Tabelas 8.1. e 8.2. contêm os inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por praga e para as culturas de milho e sorgo, respectivamente, com base no Agrofit. Para as pragas dos grãos armazenados, os produtos registrados estão na Tabela 8.3.

Recomenda-se praticar o rodízio de inseticidas com distintos mecanismos de ação, para evitar ou minimizar o desenvolvimento de resistência de pragas a inseticidas.

8.5 Área de refúgio para semeadura de cultivares transgênicas

O objetivo do refúgio é preservar a eficiência e, conseqüentemente, os benefícios da tecnologia do milho Bt, mantendo uma população de pragas-alvo sensível às proteínas, inseticidas do milho Bt. O refúgio pode, portanto ser definido como sendo uma área na qual a praga-alvo tenha condições de sobrevivência e reprodução e não seja exposta à pressão de seleção expressa pela planta Bt, e que deste modo possibilite a produção de indivíduos viáveis e favoreça o acasalamento ao acaso com indivíduos provenientes de áreas com plantas Bt. Assim, indivíduos da população de praga presentes no refúgio poderão acasalar com qualquer indivíduo resistente que possa ter sobrevivido na lavoura de milho Bt e, conseqüentemente, transmitir a suscetibilidade ao Bt para as gerações futuras das pragas-alvo.

8.5.1 Recomendações para a semeadura da área de refúgio

O tamanho do refúgio deve ser representado por uma porcentagem da área total de milho semeada em uma propriedade rural, de acordo com o recomendado pela empresa registrante (Figura 8.1).

Recomenda-se que a área de refúgio seja semeada com um híbrido de ciclo vegetativo similar, o mais próximo possível e ao mesmo tempo em que o milho Bt. O refúgio deve ser formado por um bloco de milho não-Bt que se encontre a menos de 800 metros do milho Bt. A distância máxima entre qualquer planta de milho Bt do campo e uma planta da área de refúgio deve ser de 800 metros. O refúgio deve ser plantado na mesma propriedade do cultivo do milho Bt e manejado pelo mesmo agricultor. Não é recomendada a mistura de sementes de milho não-Bt com o milho Bt.

8.5.2 Norma de coexistência

Para cultivo comercial no Brasil de milho Bt, em conformidade com a Resolução Normativa 4 e com o Parecer Técnico No 1.100/07, da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), é mandatório que o produtor siga as normas de coexistência: a Resolução Normativa No 4 da CTNBio estabelece que o Agricultor deve manter as lavouras comerciais de milho geneticamente modificado a uma distância mínima de 100 metros das lavouras de milho convencional (não geneticamente modificado) localizadas em áreas vizinhas ou, alternativamente, de 20 metros, desde que acrescida de bordadura com, no mínimo, dez fileiras de plantas de milho convencional (não geneticamente modificado) de estatura de planta e ciclo vegetativo similares aos do milho geneticamente modificado.

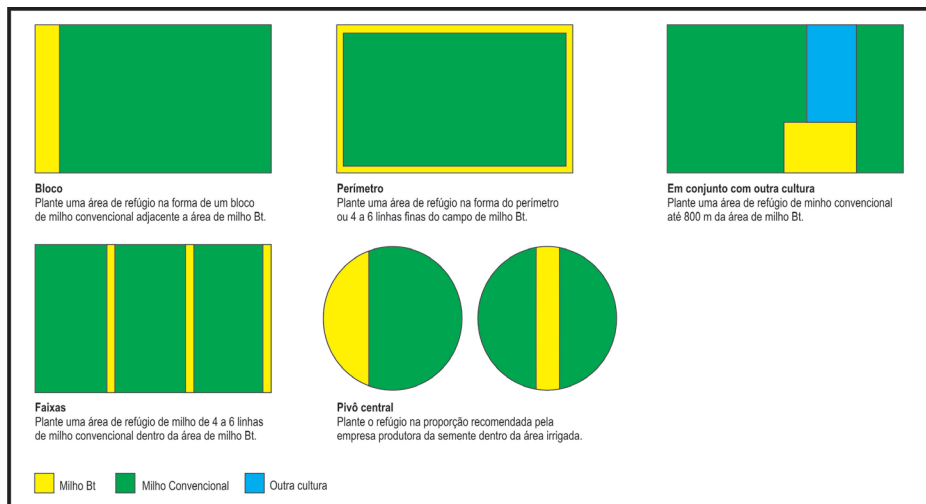


Figura 8.1 Opções de configuração de área de refúgio para o cultivo de cultivares de milho com tecnologia Bt.

Fonte: Plante refúgio. Disponível em: www.planterefugio.com.br

Tabela 8.1 Inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle das principais pragas da cultura do milho, 2011.

Inseto/inseticidas	Ingrediente Ativo		Produto Comercial				M.A. ⁴	Registrante			
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)	DL50 (mg/kg) Oral	Dérmica			Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form. ²	C.T. ³
Agrotis ipsilon (Lagarta-rosca)											
Carbofuranol	262,5	-	Furadan 350 TS	5	>1.000		3	SC	I	S	FMC Química do Brasil Ltda do Brasil Ltda
Carbosulfano	300	-	Fenix Star	-	-		1,5	FS	II	S	FMC Química do Brasil Ltda
Cipermetrina	15	30	Galgotrin	250	1.600		0,06	EC	II	C,I	Chemotecnica do Brasil Ltda
Clorpirifós	480	21	Lorsban 480 BR	197	>2.000		1	EC	II	C,I	Dow Agrosciences Ind. Ltda Ind. Ltda
			Vextor	332	>3.000		1	EC	II	C,I	
Lambda-cialotrina	30	15	Karate Zeon 50 CS	18,5	>3.000		0,6	CS	III	C,I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	25	15	Karate Zeon 250 CS	64	632		0,1	CI	III	C,I	
Permetrina	38,4	45	Pounce 384 EC	430	>4.000		0,1	EC	III	C,I	FMC Química do Brasil Ltda
Terbufós	1.950	-	Counter 150 G	1,3	1,1		13	GR	I	S	AMVAC do Brasil Repres. Ltda
Diabulus maidis (Cigarinha-do-milho)											
Clotianidina	60	-	Poncho ⁵	-	-		0,4	FS	III	S	
	120	-	Gaucho FS	450	>5.000		0,8	FS	IV	S, C, I	Bayer S. A.
	480	-	Gaucho 600 A	-	-		0,8	SC	III	S, C, I	
Imidacloprido	360	-	Saluzzi 600 FS	< 2000	> 4000		0,6	FS	III	S, C, I	Roiam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA.
	480	-	Picus	1113	>2.000		0,8	FS	III	S	Chemnova Brasil Ltda
	360	-	Imidacloprid 600 FS	< 2000	> 4000		0,8	FS	III	C	Roiam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA.
Tiametoxam	35	30	Cruiser 350 FS	3000	>4.000		0,4	SC	III	S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	35	30	Cruiser 700 WS	2918	5.000		0,2	WS	III	S	

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo		Produto Comercial						Registrante
	Dose (g/ha)	Carência¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)		Form.²	C.T.³	M.A.⁴	
				Oral	Dérmica				
<i>Deois flavipicta</i> (cigarrinha-das-pastagens)									
Thiametoxam	35	30	Cruiser 350 FS	2918	>5.000	SC	III	S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	35	30	Cruiser 700 WS			WS	III	S	
Carbofurano	1.000	30	Diaturan 50	185	>4000	GR	I	S	FMC Química do Brasil Ltda
Carbosulfano	200	-	Fenix	-	-	FS	II	S	
	90	-	Gaúcho FS	-	-	FS	III	S, C, I	Bayer S. A.
	90	-	Gaúcho 600 A	-	-	SC	III	S, C, I	Bayer S. A.
Imidacloprido	360	-	Imidacloprid 600 FS	< 2000	>4000	FS	III	C	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas Ltda
	360	-	Picus	1113	>2.000	FS	III	S	Chemt Nova Brasil LTDA.
	700	-	Saddler 350 SC	175	>5.050	SC	I	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas Ltda
	360	-	Saluzi 600 FS	< 2000	>4000	FS	III	S, C, I	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas Ltda
	70	-	Sermexin 350	-	-	SC	III	S, C, I	Bayer S. A.
Tiodicarbe	700	-	Tiodicarbe 350 SC	175	>5.050	SC	III	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas Ltda
Imidacloprido + tiodicarbe	45 +135	-	Cropstar	200	>4000	FS	II	S, C, I	Bayer S. A.
<i>Diabrotica speciosa</i> (Vaquinha, larva-alfinete)									
Bifentrina	3	-	Seizer 100 EC	> 300	> 4000	EC	III	C, I	Milenia Agrociências Ltda
	30	-	Capture 400 EC	-	-	EC	II	C, I	Agrociências Ltda
	1.170	21	Astro ⁶	275	>2.000	EW	III	C, I	FMC Química do Brasil Ltda
Clorpirifós	1.100	21	Lorsban 10 GR	197	>2.000	GR	IV	C, I	Bayer S. A.
	1.170	21	Sabre ⁶	197	>2.000	EW	III	C, I	Dow Agrosciences Ind. Ltda
Fipronil	80	-	Regent 800 WG ⁶	-	-	WG	II	C, I	Basf S.A.
Imidacloprido	122,5	-	Gaúcho ⁶	450	>5.000	WS	IV	S, C, I	Bayer S. A.
Terbufós	1.950	-	Counter 150G	1,3	1,1	GR	I	S	AMMAC do Brasil Representações Ltda

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo		Produto Comercial					M.A. ⁴	Registrante
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)		Form. ²	C.T. ³		
				Oral	Dérmica				
<i>Dichelops melacanthus</i> (percevejo-barriga-verde)									
Clotianidina	52,5	-	Poncho	-	-	0,35	III	S	Bayer S. A.
Cipermetrina + tiametoxam	66 + 33	30	Ailika	> 310	> 2000	0,3	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Imidacloprido + tiodicarbe	45 + 135	-	Cropstar	200	> 4000	0,3	II	C, I, S	Bayer S. A.
Imidacloprido + beta-ciflutrina	75 + 9,3	-	Connect	941	> 5000	0,75	II	C, I, S	Bayer S. A.
Lambda- cialotrina	15	15	Karate Zeon 50 CS	18,5	> 3.000	0,3	III	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	35,25 + 26,5	40	Eforia	310,2	> 2.000	0,2	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Tiametoxam + lambda-cialotrina	44 + 22	30	Ergeio	778	> 2.000	0,2	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	28,2 + 21,2	40	Ergeio Pleno	310	> 2.000	0,2	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	44 + 22	30	Platinum Neo	310,2	> 2.000	0,2	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
<i>Diloboderus abderus</i> (coró-das-pastagens)									
Bifentrina	30	-	Capture 120 FS	-	-	1	II	C, I	FMC Química do Brasil Ltda
	150	-	Futur 300 ⁵	39,1	> 2.000	2	SC	I	Bayer S. A.
	700	-	Saddler 350 SC	175	5.050	2	SC	I	Retam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas Ltda
Tiodicarbe	175	-	Semevin 350 ⁶	39,1	> 2.000	2	SC	I	Bayer S. A.
	700	-	Tiodicarbe 350 SC	175	5.050	2	SC	I	Retam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas Ltda
<i>Elaenoporus lignosellus</i> (lagarta-elasma)									
Abamectina	35	-	Avicita 500 FS	98,11	> 5.000	0,077	FS	I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo				Produto Comercial					
	Dose (g/ha)	Carência¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)		Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form.²	C.T.³	M.A.⁴	Registrante
				Oral	Dérmica					
Carboturano	175	-	Carboran Fersol 350 SC⁵	13	>1.000	2	SC	I	S	Fersol Ind. Com. S.A.
	1.500	30	Diaturan 50	13	>1.000	30	GR	I	S	FMC Química do Brasil Ltda
	1.400	-	Furadan 350 SC	13	>1.000	4	SC	I	S	FMC Química do Brasil Ltda
	262,5	-	Furadan 350 TS⁵	13	>1.000	3	SC	I	S	FMC Química do Brasil Ltda
	1.500	30	Furadan 50 G	13	>1.000	30	GR	III	S	FMC Química do Brasil Ltda
	174	-	Furazin 310 FS⁵	13	>1.000	2,25	SC	I	S	FMC Química do Brasil Ltda
Carbosulfano	700	-	Raizer 350 TS	15,6	170	2	FS	I	S	Fersol Indústria e Comércio S. A.
	175	-	Fenix	-	-	2,8	FS	II	S	FMC Química do Brasil Ltda
	250	-	Fenix Star	-	-	1,25	LS	II	S	FMC Química do Brasil Ltda
Clorpirifós	125	-	Marzinc 250 DS⁵	-	-	2	DS	II	S	FMC Química do Brasil Ltda
	480	21	Lorsban 480 BR	197	>2.000	1	EC	II	C,I	Dow Agrosciences Ind. Ltda
	480	21	Vexter	197	>2.000	1	EC	II	C,I	Dow Agrosciences Ind. Ltda
	50	-	Amulet	659,55	911	0,2	FS	III	C,I	Basi S.A. S.A.
Imidacloprido - tiodicarbe	50	-	Standak	659,55	911	0,2	SC	III	C,I	Basi S.A.
	52,5+157,5	-	Cropstar	200	>4000	0,35	FS	II	C, I, S	Bayer S. A.
Tiametoxan	52	-	Cruiser 350 FS⁵	3.000	>4.000	0,6	SC	III	S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	52	-	Cruiser 700 WS⁵	2.918	5.000	0,3	WS	III	S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	150	-	Futur 300⁵	39,1	>2.000	2	SC	III	S	Bayer S. A.
Tiodicarbe	700	-	Saddler 350 SC	175	>5.050	2	SC	I	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	175	-	Semevin 350⁵	39,1	>2.000	2	SC	III	S	Bayer S. A.
	525	-	Tiodicarbe 350 SC	175	>5.050	1,5	SC	I	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo		Produto Comercial					M.A. ⁴	Registrante	
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)		Form. ²	C.T. ³			
				Oral	Dérmica					
<i>Frankliniella williamsi</i> (trips-do-milho)										
Imidacloprido + tiocarbe	45 + 135	-	Cropstar	200	> 4000	0,3	FS	II	C, I, S	Bayer S. A.
	35,25 + 26,5	40	Eforia	310,2	>2.000	0,2	SC	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Tiametoxam + lambda-cialotrina	22 + 44	40	Engeo Pleno	310	>2.000	0,2	SC	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	44 + 22	30	Platinum Neo	310,2	>2.000	0,2	SC	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	120	-	Gaucho FS	-	-	0,8	FS	III	C, I, S	Bayer S. A.
	120	-	Gaucho 600 A	-	-	0,8	SC	III	C, I, S	Bayer S. A.
Imidacloprido	480	-	Picus	1113	>2.000	0,8	FS	III	S	Chemnova Brasil LTDA.
	480	-	Imidacloprid 600 FS	< 2000	> 4000	0,8	FS	III	C	Resam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	480	-	Saluzi 600 FS	< 2000	> 4000	0,8	FS	III	S, C, I	Resam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
Clotianidina	-	-	Poncho	-	-	0,35	FS	III	S	Bayer S. A.
<i>Mocis latipes</i> (lagarta-dos-capinzais)										
<i>Bacillus</i> <i>thuringiensis</i>	19,2	-	Thuricide	-	-	0,6	EC	IV	I	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda
	288	21	Lorsban 480 BR	197	>2.000	0,6	EC	II	C, I	Dow Agrosciences Ind. Ltda
Clorpirifós	288	21	Vexter	197	>2.000	0,6	EC	II	C, I	Dow Agrosciences Ind. Ltda
Malatona	1.250	7	Malathion 500 CE Sultox	1.000	>4.000	2,5	EC	III	C, I	Action S.A.
<i>Rhopalosiphum maidis</i> (pulgão-do-milho)										
Clotianidina	240	-	Poncho	-	-	0,4	FS	III	S	Bayer S. A.
	240	-	Gaucho 600 A	-	-	0,4	SC	III	S	Bayer S. A.
Imidacloprido	240	-	Gaucho FS	< 2000	> 4000	0,4	FS	III	C, I, S	Chemnova Brasil LTDA.
	480	-	Picus	1113	>2.000	0,8	FS	III	S	Chemnova Brasil LTDA.
Imidacloprido + tiocarbe	45 + 135	-	Cropstar	200	> 4000	0,3	FS	II	C, I, S	Bayer S. A.

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo		Produto Comercial						
	Dose (g/ha)	Carência¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)		Form.²	C.T.³	M.A.⁴	Registrante
				Oral	Dérmica				
<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lagarta-do-cartucho)									
Acetato de (Z)-11-hexadecenila + acetato de (Z)-7-dodecenila + acetato de (Z)-9-tetradecenila	-	-	Bio Spodoptera	-	-	-	-	-	Bio Controle – Métodos de Controle de Pragas Ltda
Alfa-cipermetrina + triflubenziurum	12,75 + 12,75	45	Imunit	1807	>4.000	SC	III	C,I	
Alfa-cipermetrina	5	21	Fastac, 100 SC	-	-	SC	III	C,I	Basf S.A.
Bacillus thuringiensis	12,8	10	Thuricide	>13.000	6280	WP	IV	I	Bio Controle
	5	20	Bulldock 125 SC	941	>5.000	SC	II	C,I	Bayer S. A.
Beta-ciflutrina	5	20	Ducat	941	>5.000	EC	II	C,I	Cheminova do Brasil Ltda
	5	20	Full	941	>5.000	EC	II	C,I	Bayer S. A.
	5	20	Turbo	941	>5.000	EC	II	C,I	Bayer S. A.
Beta-ciflutrina + triflumuron	3,4 + 24,48	28	Thorn	2.500	>4.000	SC	III	C, I	Bayer S. A.
Beta-cipermetrina	10	7	Akito	625	>5.000	EC	II	C, I	Aysta Lifesciences do Brasil
	175	-	Carboran Fescol 350 SC ⁵	13	>1.000	SC	I	S	Fersol Ind. Com.
Carbofurano	1.500	30	Diafuran 50	13	>1.000	GR		S	FMC Química do Brasil Ltda
	262,5	-	Furadan 350 TS ⁶	13	>1.000	SC		S	
	1.500	30	Furadan 50 GR	13	>1.000	GR	III	S	FMC Química do Brasil Ltda
Chlorantraniliprole	20	14	Premio	>5.000	>5.000	SC	III	C, I	Du Pont do Brasil S.A.
Chlorantraniliprole + lambdaciálrina	10 + 5	15	Ampligo	550	>5.000	SC	II	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Ciflutrina	15	14	Baytroid EC	1213	>5.000	EC	III	C, I	Bayer S. A.

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo			Produto Comercial						
	Dose (g/ha)	Carência¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)		Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form.²	C.T.³	M.A.⁴	Registrante
				Oral	Dérmica					
Cipermetrina	16	30	Arrivo 200 EC	250	1.600	0,08	EC	III		FMC Química do Brasil Ltda
	38,4	30	Cipermetrina Fersol 100 EC	-	-	0,1	EC	II	C, I	Fersol Ind. Com.
	15	30	Cipermetrina Norbox 250 EC	14.000	>12.000	0,04	EC	I	C, I	Nortox S.A.
	12,5	30	Cipertrin	-	-	0,05	EC	I	C, I	Prentiss Química Ltda.
	10	30	Commanche 200 EC	-	-	0,05	EC	III	C, I	FMC Química do Brasil Ltda
	12,5	30	Cyprin 250 CE	-	-	0,05	CE	I	C, I	Nularm Ind. Qui. Farm. S.A.
	12,5	30	Galgotrin	>3.000	12.000	0,05	EC	II		Chemotecnica do Brasil S. A.
	10	30	Perito	-	-	0,05	EC	I	C	DVA Agro do Brasil
	10+100	30	Polytrin 400/40 EC	520	>3.000	0,25	EC	III	C, I, P	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	10+100	30	Polytrin	520	>3.000	0,25	EC	III	C, I	
Clorfenapir	120	45	Pirate	315	>2.000	0,5	SC	III	C, I	Basf S.A.
	7,5	14	Atabron 50 EC	-	-	0,15	EC	I	Isq	ISK Biosciences do Brasil Defensivos Agrícolas Ltda
Clorfluzuron	135	21	Astro	197	>2.000	0,3	EW	III	C, I	Bayer S. A.
	192	21	Clorpirifós Fersol 480 EC	322	4592	0,4	EC	I	C, I	Fersol Ind. Com.
	192	21	Catcher 480 EC	293	>4.000	0,4	EC	I	C, I	Chemnova do Brasil
Clorpirifós	192	30	Curinga	>4.000	>4.000	0,4	EC	I	C, I	Milena Agrociências Ltda
	192	21	Klorpan 480 CE	197	>2.000	0,4	EC	I	C, I	Agrociências S. A.
	192	21	Lorsban 480 BR	197	-	0,4	EC	II	C, I	Nularm Ind. Qui. Farm. S.A.
	192	21	Nufos 480 EC	293	>4.000	0,4	EC	I	C, I	Dow Agrosciences Ind. Ltda
	192	21	Plicher 480 EC	293	>4.000	0,4	EC	I	C, I	
	192	21	Pyrimex 480 EC	50	>1.000	0,4	EC	I	C, I	Chemnova do Brasil Ltda.
	135	21	Sabre	275	1.444	0,3	EW	III	C, I	Milena Agrociências Ltda
	192	21	Vexter	197	>2.000	0,4	EC	II	C, I	Agrociências S. A.
										Dow Agrosciences Ind. Ltda

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo			Produto Comercial				M.A. ⁴	Registrante	
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)	Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form. ²	C.T. ³			
			Oral	Dérmica						
Cromatenozida	25	7	Ciclone	-	-	0,5	SC	III	-	Anysta Lifescience do Brasil
	25	7	Matric	-	-	0,5	SC	III	-	Anysta Lifescience do Brasil
	4	1	Decis Ultra 100 EC	>6.000	>12.000	0,04	EC	I	C, I	
	5	1	Decis 25 EC	-	-	0,2	EC	III	C, I	Bayer S. A.
Deltametrina	2,5	1	Dominador	-	-	0,05	SC	IV	C, I	
	5	1	Keshet 25 CE	-	-	0,2	EC	I	C, I	Milenia Agrociências S.A.
Deltametrina + triazóis	2,5+117,5	21	Deltaphos EC	>5.000	>2.000	0,25	EC	I	C, I	Bayer S. A.
	25	60	Dimilin	>10.000	>20.000	0,1	WP	IV	I	Chemtura Ind. Quim. do Brasil Ltda
Diflubenzuron	24	60	Diflubenzuron 240 SC	>5.000	>2.000	0,1	SC	III	Isq	Helm do Brasil
	24	14	Difluchem 240 SC	>5.000	>2.000	0,1	SC	III	C, I	
	24	28	Dimilin 80 WG	>5.000	>2.000	0,03	WG	III	Isq	Chemtura Ind. Quim. do Brasil Ltda
	25	60	Du Din	-	-	0,1	WG	I	Isq	Chemtura Ind. Quim. do Brasil Ltda
	24	60	Du Dim 80 WG	>5.000	>2.000	0,03	WG	III	Isq	Chemtura Ind. Quim. do Brasil Ltda
	25	60	Login	5.000	>2.000	0,1	WG	I	Isq	DVA Agro do Brasil
Enxofre	25	60	TruiMax	-	-	0,1	WG	I	Isq	SINON do Brasil Ltda.
	800	-	Kumulus DF	-	-	1	WG	IV	C	Basf S.A.
	15	26	Sumidan 25 EC	458	0,6	0,6	EC	I	C	Sumitomo Chemical
Espinosade	18	7	Alea	-	-	0,037	SC	III	NS	
	18	7	Tracer	>5000	>5000	0,037	SC	IV	NS	Dow Agrosiences Ind. Ltda
Etofenproxi	21	3	Safety	-	-	0,07	EC	III	C	Iharabras S.A.
	10		Trebon 100 SC	-	-	0,1	SC	IV	C, I	Spocam Isagro Brasil S.A.
Fenpropritrina	21	7	Danimen 300 EC	72,1	>2.000	0,07	EC	II	C, I	Sumitomo Chemical do Brasil
	22,5	7	Meothrin 300	72,1	>2.000	0,075	EC	I	I	Sumitomo Chemical do Brasil
Flubendiamida	48	20	Belt	>5.000	>4.000	0,1	SC	III	C, I	Bayer S. A.

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo				Produto Comercial					
	Dose (g/ha)	Carência¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)		Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form.²	C. T.³	M. A.⁴	Registrante
				Oral	Dérmica					
Gamma-cialotrina	18	15	Fentrol	4.444	>5.000	0,06	CS	III	C, I	Cheminova do Brasil Ltda
	3,75	15	Nexide	2.250	>5.000	0,025	CS	III	C, I	
		15	Stallion 150 CS	2.250	>5.000	0,025	CS	III	C, I	
	3,6	15	Stallion 60 CS	2.250	>5.000	CS	III	C, I	CS	Dow Agrosciences Ind. Ltda
Imidacloprido + beta-ciflutrina	75 + 9,3	30	Connect	941	>5.000	0,75	SC	II	C, I, S	Bayer S. A.
Imidacloprido - tiodicarbe	45 + 135	-	Cropstar	200	> 4.000	0,3	FS	II		Bayer S. A.
Indoxacarbe	60	30	Avaunt 150	3619	>5.000	0,4	SC	II	C, I	Du Pont do Brasil
	7,5	15	Brasão	-	-	0,15	CS	II	C	Heim do Brasil Mercantil LTDA
	7,5	20	Karate Zeon 250 CS	180	>2.000	0,03	CS	III	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	7,5	15	Karate Zeon 50 CS	340	>3.000	0,15	CS	III	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Lambda-cialotrina	7,5	15	Lambda-cialotrina CCAB 50 EC	300	>2.000	0,15	EC	II	C, I	CCAB Agro S. A.
	7,5	15	Toreg 50 EC	>1.000	-	0,15	EC	I	C, I	United Phosphorus do Brasil LTDA.
	7,5	15	Trinca	>1.000	-	0,15	EC	II	C, I	DVA Agro do Brasil
	37,5	15	Trinca Caps	50	>2.000	0,03	CS	II	C, I	DVA Agro do Brasil
Lambda- cialotrina + Tiametoxan	21,2+28,2	40	Eforia	310,2	>2.000	0,2	SC	III	S, C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	21,2+28,2	40	Engoo Pleno	310	>2.000	0,2	SC	III	S, C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	21,2+28,2	40	Platinum Neo	310,2	>2.000	0,2	SC	III	S, C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Lufenuron	15	35	Match EC	>4.000	0,3	EC	IV	I	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Malationa	1.250	7	Malathion 500 EC Sultox	1.000	>4.000	2,5	EC	III	C, I	Action
Metanil + Metomil	228,95 + 155,82	14	Bazuka 216 SL	13,47	>4640	0,597	SL	I	S	Roumido Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA.

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo				Produto Comercial					Registrante
	Dose (g/ha)	Carência¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)		Form.²	C.T.³	M.A.⁴		
				Oral	Dérmica				Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	
Metomil	129	14	Extreme	130	1.500	0,6	SL	I	S, C	Du Pont
	64,5	14	Lammate BR	130	5.880	0,3	SL	I	C, I	Du Pont
	129	14	Lammate Express	-	-	0,6	SL	II	C	Du Pont
	129	14	Majesty	130	1.500	0,6	SL	I	S, C	Du Pont
Metoxifenoziada	129	14	Methomex 215 SL	24	-	0,6	SL	II	S, C, I	Milênia Agrociências S. A.
	36	7	Inrepid 240 SC	>5.000	>5.000	0,15	SC	IV	Ae	Dow Agrosciences Ind. Ltda
	36	7	Valient	>5.000	>5.000	0,15	SC	IV	Ae	Bayer S. A.
Novalurom	15	20	Gallaxy 100 EC	>5.000	>2.000	0,15	EC	IV	C, I	Milênia Agrociências S. A.
	15	83	Rimon 100 EC	>5.000	>2.000	0,15	EC	IV	C, I	Milênia Agrociências S. A.
	390	15	Ferus	-	-	0,65	EC	I	C, I	Cheminova do Brasil Ltda.
Parationa-metilica	300	15	Foilsuper 600 BR	-	-	0,5	EC	I	C, I	Nufarm Ind. Quir. Farm. S. A.
	390	15	Mentox 600 EC	-	-	0,65	EC	I	C, I	Prentiss Química Ltda
	315	15	Paracap 450 CS	-	-	0,7	CS	III	C, I	Cheminova
Permetrina	25	45	Predan	430	>4.000	0,065	EC	II	C, I	Du Pont
	38,4	45	Permetrina Fersol 384 EC	-	-	0,1	EC	I	C, I	Fersol Ind. Com.
	38,4	45	Pounce 384 EC	-	-	0,065	EC	III	C, I	FMC Química do Brasil Ltda
Piridatiotona	25	45	Supermetrina Agrila 500	-	-	0,05	EC	I	C, I	DVA Agro do Brasil
	25	45	Talcord 250 EC	>6.000	>6.000	0,1	EC	I	C, I	Basf S.A
	200	7	Olnuack 400 EC	-	-	0,5	EC	III	-	Spicam Isagro Brasil S.A.
Profenofós	250	7	Curacron 500	660	>3.000	0,5	EC	III	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	72	60	Mimic 240 SC	>5.000	>5.000	0,3	SC	IV	Ae	Iharabras S.A.
Teflubenzurom	7,5	45	Dart	>6.000	>8.000	0,05	SC	IV	Isq	Basf S.A
	7,5	45	Dart 150	>6.000	>8.000	0,05	SC	IV	Isq	Basf S.A
	7,5	45	Nomolt 150	>6.000	>8.000	0,05	SC	IV	Isq	Basf S.A

Tabela 8.1 Continuação

Inseto/ Inseticidas	Ingrediente Ativo			Produto Comercial					Registrante	
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg)		Form. ²	C.T. ³	M.A. ⁴		
				Oral	Dérmica					
					Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes					
Tiodicarbe	150	-	Futur 300 ⁵	-	-	2	SC	I	-	Bayer S. A.
	80	30	Larvin 800 WG	-	-	0,1	WG	I	C,I	Bayer S. A.
	175	-	Samevin 350 ⁵	-	-	2	SC	III	-	Bayer S. A.
	700	-	Tiodicarbe 350 SC	175	>5.050	2	SC	I	S	
	120	21	Hostathion 400 BR	-	-	0,3	EC		C, I	
Triazofós	24	28	Alystin SC	>5.000	>5.000	0,05	SC	IV	Isq	Bayer S. A.
	25	28	Alystin 250 WP	>5.000	>5.000	0,1	WP	IV	Isq	Bayer S. A.
	24	28	Certero	>5.000	>5.000	0,05	SC	II	Isq	Bayer S. A.
	24	28	Mirza 480 SC	>2.000	>4.000	0,05	SC	III	Isq	Roiam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
Triflururion	25	28	Rigel WP	-	-	0,1	WP	II	Isq	Chemnova do Brasil
	24	28	Wasp 480 SC	>2.000	>4.000	0,05	SC	III	I	Roiam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	70	20	Mustang 350 EC	-	-	0,2	EC	II	C,I	FMC Química do Brasil Ltda
Zeta-cipermetrina	7,2	20	Fury 180 EW	-	-	0,04	EW	II	C,I	FMC Química do Brasil Ltda
	16	20	Fury 200 EW	-	-	0,08	EW	III	C,I	FMC Química do Brasil Ltda
	20	20	Fury 400 EC	137,5	722,2	0,05	EC	II	C,I	FMC Química do Brasil Ltda

¹ Carência (período entre a última aplicação e a colheita).

² Formulação: EC = concentrado emulsionável; FS = suspensão concentrada, para tratamento de sementes; SC = suspensão concentrada, WS = pó dispersível para tratamento de sementes; WP = pó molhável; CS = suspensão de encapsulador; GR = granulado; DP = pó seco; DS = pó para tratamento a seco de sementes; EW = emulsão óleo em água; SL = concentrado solúvel; WG = granulado dispersível; UL = ultra baixo volume.

³ Classe Toxicológica: I = extremamente tóxico; II = altamente tóxico; III = medianamente tóxico e IV = pouco tóxico

⁴ Modo de ação: Ae = acelerador da ecclise; C = contato; I = ingestão; Isq = inibidor da síntese de quitina; S = sistêmico; P = profundidade

⁵ Em tratamento de sementes dose para 100kg de sementes, sendo considerada a quantidade de 25kg de semente/ha

⁶ Pulverização no sulco de plantio.

⁷ Em tratamento de sementes dose para 60.000 sementes

Tabela 8.2 Inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle das principais pragas da cultura do sorgo, 2011.

Ingrediente Ativo			Produto Comercial						
Inseto/Inseticidas	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	DL50 (mg/kg)		Dose (kg, L/ha, ou /100g sementes)	Form. ²	C.T. ³	M.A. ⁴	Registrante
			Oral	Dérmica					
<i>Elasmopalpus lignosellus</i> (lagarta-elasma)									
Imidacloprido - tiodicarbe	187,5 + 562,5	-	200	> 4.000	1,25	FS	II	-	Bayer S. A.
Tiodicarbe	150	-	-	-	2	SC	III	-	Bayer S. A.
<i>Spodoptera frugiperda</i> (lagarta-do-cartucho)									
Acetato de (Z)-11-Hexadecenila; Acetato de (Z)-7-Dotecenila; Acetato de (Z)-tetradecenila	-	30	-	-	1 armadilha/5 ha	-	IV	-	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda
Deltametrina	5	6	>6.000	>12.000	0,2	EC	III	C,I	Bayer S.A.
Clorpirifós	240	21	197	>2.000	0,5	EC	II	C,I	-
Espinosade	14,4	2	>5000	>5000	0,03	SC	IV	NS	Dow Agrosciences Ind. Ltda
Imidacloprido - tiodicarbe	75 + 225	-	200	> 4.000	0,5	SC	II	-	Bayer S. S. A.
Tiametoxam + lambdaciotalofrina	21,2+28,2	7	310,2	>2.000	0,2	SC	III	S, C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Tiametoxam + lambdaciotalofrina	21,2+28,2	7	310	>2.000	0,2	SC	III	S, C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Tiodicarbe	150	-	-	-	2	SC	III	-	Bayer S. A.
<i>Stenodiplosis sorghicola</i> (mosca-do-sorgo)									
Deltametrina	5	6	>6.000	>12.000	0,2	EC	III	C, I	Bayer S. A.
Clorpirifós	297,6	21	197	>2.000	0,62	EC	II	C, I	-
	297,6	21	197	>2.000	0,62	EC	II	C, I	Dow Agrosciences Ind. Ltda

¹Carência (período entre a última aplicação e a colheita).

²Formulação; EC = concentrado emulsionável; SC = suspensão concentrada; UL = ultra baixo volume

³Classe Toxicológica: I = extremamente tóxico; II = altamente tóxico; III = medianamente tóxico e IV = pouco tóxico

⁴Modo de Ação: C = contato; I = ingestão

⁵ Tratamento de sementes.

Tabela 8.3 Inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle das pragas de milho armazenado, 2011.

Nome Comum	Nome Comercial	Dose Comercial	Formulação ¹	Intervalo de Segurança ²	Registro para as espécies citadas ³	Classe Toxicológica	Registrante
Terra de diatomácea	Inseto	1 kg/ton	DP	-	So, Rd	IV	Bernardo Química S.A.
Fosfina	Fernaq	1 pastilha/ton	DP	4 dias	Sc, Sz	I	FERROL INDUSTRIA E COMERCIO S.A.
Deltametrina	K-Obiol 25 CE	14-80mL/ton	EC	30 dias	Sz, Sc	III	Bayer S. A. S. A.
	K-Obiol 2P	500 g/ton	DP		Sz, Sc	IV	Bayer S. A. S. A.
Pirimifós-metílico	Actellic 500 EC	8-16mL/ton	EC	30 dias	Sz, Sc	II	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda S. A.
	Prostore 25 EC	16 mL/ton	EC	30 dias	Sz	III	FMC QUÍMICA DO BRASIL LTDA DO BRASIL LTDA
Bifentrina	Prostore 2 DP	500g/ton	DP	15 dias	Sz	III	FMC QUÍMICA DO BRASIL LTDA DO BRASIL LTDA
	Starion	16 mL/ton	EC	30 dias	Sz	III	Bernardo Química S.A.
	Starion 2P	500 g/ton	DP	30 dias	Sz	III	Bernardo Química S.A.
Fenitrotiona + Estenvalerato	Sumigranplus	15 mL/ton	EC	15 dias	Sz	II	SUMITOMO CHEMICAL DO BRASIL REPRES. LTDA
	Delta GASE-EX-B	1 pastilha ou envelope/5,65m ³	FW	4 dias	Sz, Sc	I	DEGESCH DO BRASIL IND. E COM. LTDA
	Delta GASE-EX-T	10 pastilhas/m ³	FF	4 dias	Sz, Sc	I	DEGESCH DO BRASIL IND. E COM. LTDA
Fosfato de alumínio	Gastoxin S	1 sachet/6 m ³	DP		Sz	I	Bernardo Química S.A.
	Phostoxim	2 pastilhas/ m ³	FF	4 dias	Sz, Sc	I	DEGESCH DO BRASIL IND. E COM. LTDA
Malationa	Expurgan	0,02 Kg/ha	DP	60 dias	Sz	IV	NUFARM INDUSTRIA QUÍMICA E FARMACÊUTICA S.A.
	Piredan	10,5 mL/ton	EC	60 dias	Sz, Sc	II	DU PONT DO BRASIL S. A.
Permetrina	Pounce 384 EC	10,5 mL/ton	EC	60 dias	Sz, Sc	III	FMC QUÍMICA DO BRASIL LTDA DO BRASIL LTDA

¹ EC = concentrado emulsionável; DP = pó seco; FF = fumigante em pastilha; GE = gerador de gás; TB = tablete; FW = fumigante em grânulos.

² Período entre a última aplicação e o consumo.

³ Sc = Sitotropha cerealella; So = Sitotropha oryzae; Sz = Sitophilus zeamais; Rd = Rhizopertha dominica

Tabela 8.4 Mecanismo de ação dos produtos utilizados no controle de pragas de milho.

Grupo químico	Modo de ação	Exemplos
Biológico	Ação nos receptores de protease do tubo digestivo	<i>Bacillus thuringiensis</i> e <i>Baculovirus sporoptera</i>
Fosforado	Inibidor da enzima acetilcolinesterase	Clorpirifós, fenitroiona, monocrotofós, parationa metílica, piridafentiona, profenofós, triazafós, triclofon
Benzoiluréia	Inibidor da síntese de quitina	Diflubenzuron, lufenuron, novaluron, triflumuron
Piretróide	Moduladores dos canais de sódio	Alfacipermetrina, betaciflutrina, ciflutrina, deltametrina, betacipermetrina, permetrina cipermetrina, lambdacialotrina, zetaipermetrina
Carbamato	Inibidor da enzima acetilcolinesterase	Carbaril, carboturano, furatiocarbe, metomil, tiodicarbe
Diacilhidrazina	Agonista de ecdisona	Metoxifenozida e tebufenozina
Naturalyte	Modulador do receptor da acetilcolina	Espinosade
Fenil Pirazol	Antagonista do GABA	Fipronil
Pirazol	Inibidores da síntese do ATP	Clorfenapir
Neocotinóides	Agonistas da acetilcolina	Imidacloprido e tiametoxam

9. ROTAÇÃO E SUCESSÃO DE CULTURAS

O sistema de cultivo compreende o complexo de técnicas adotadas para manejo de cada cultura nas suas interações com outras culturas (rotação e sucessão cultural), com os resíduos culturais e com o preparo de solo. É considerado o componente mais complexo na determinação do rendimento de grãos, sendo seus efeitos visíveis somente algum tempo após a adoção do sistema escolhido. Além disso, é o principal determinante para obtenção de elevado rendimento de grãos e não deve ser alterado de ano para ano, pois tem efeito cumulativo nos benefícios às culturas.

O sistema inicialmente adotado no Rio Grande do Sul foi aquele em que o milho era cultivado em consórcio com outras culturas (mandioca, soja e feijão, principalmente), com preparo de solo à tração animal e com época de semeadura diferenciada para cada cultura. O mais elevado rendimento de grãos não ultrapassava 3 t/ha.

Com a introdução da mecanização na agricultura, os sistemas consorciados, especialmente utilizados em pequenas áreas de cultivo, deixaram de ser usados, mas o preparo do solo continuou sendo do tipo convencional (aração mais gradagens), com incorporação de resíduos culturais e controle mecanizado de plantas daninhas. As lavouras produziam, no máximo, 6 t/ha, devido à falta de rotação e sucessão de culturas e ao inadequado manejo da cultura. Este rendimento era conseguido com maior uso de adubos químicos e com cultivares mais produtivas. O sistema propiciava adequado controle de fungos necrotróficos, mas a limitação dos fatores edáficos tornava ineficiente a adoção de outras técnicas, como alta densidade de plantas, pela baixa capacidade de resposta do sistema empregado.

O atual sistema de cultivo, iniciado ao final da década de 70, mas plenamente adotado no início da década de 90, está baseado no plantio direto na palha, sem revolvimento do solo e na adoção de sistemas de rotação e de sucessão cultural adequados. Houve redução drástica das perdas de solo, de água e de nutrientes, como resultado da diminuição da erosão, além da progressiva melhoria das condições físicas e químicas do solo. Com isto, foi possível adotar de forma mais efetiva outras técnicas de cultivo que resultaram em aumento do rendimento de grãos, como, por exemplo, o uso de cultivares com maior potencial de rendimento, maiores níveis de aplicação de fertilizantes e uso de densidade de plantas mais elevada e de espaçamento entrelinhas reduzido.

A rotação e a sucessão cultural são os pontos fundamentais no sistema de produção de milho em semeadura direta na palha. A adoção deste sistema propiciou a elevação do rendimento de grãos que, pela primeira vez, ultrapassou 10 t/ha, em lavouras das mais diferentes regiões produtoras do estado do Rio Grande do Sul.

Os efeitos de uma cultura sobre a outra não eram visualizados de forma clara quando havia o revolvimento de solo. Já no sistema plantio direto, há forte reflexo de uma cultura sobre a outra.

Os benefícios decorrentes da adoção de sistemas de rotação e de sucessão de culturas são devidos à contribuição das culturas anteriores na estruturação e na fertilidade do solo, na ciclagem de nutrientes da resteva e do solo, na rapidez com que a resteva se degrada e nos seus efeitos sobre o desenvolvimento da planta de milho cultivado em sucessão, de forma ainda não bem esclarecida.

A produção de grãos no atual sistema de cultivo é muito dinâmica e intensiva, pois exige o cultivo de duas espécies por ano (inverno e verão). A adequação do ciclo das culturas é fundamental para atender à sua melhor época de semeadura. O uso de sistemas de rotação e sucessão de culturas, além da proteção do solo com palhada para controle da erosão, é importante para manter relativo controle da população de microorganismos, especialmente os necrotróficos, que também podem atacar a planta de milho e outras espécies usadas no sistema.

Atualmente, os sistemas predominantes no Sul do Brasil incluem as culturas de soja, principalmente, e milho no verão e de aveia preta, predominantemente, e de cereais e oleaginosas de estação fria no inverno. A seqüência, a periodicidade de uso e a adequação dessas culturas variam de produtor a produtor e entre as regiões produtoras.

Para sustentabilidade do sistema plantio direto é fundamental sua associação a um sistema

de rotação e de sucessão de culturas diversificado, que produza adequada quantidade de palha na superfície do solo. Sua utilização objetiva não apenas a mudança de espécies, mas sim a escolha de uma seqüência apropriada de culturas e de práticas culturais, em que sejam atendidas suas necessidades e características nos aspectos edafo-climáticos e controle de plantas daninhas, pragas e moléstias. Dentre as vantagens da utilização de sistemas apropriados de rotação e de sucessão de culturas destacam-se a estabilidade de rendimento de grãos, pela quebra do ciclo de pragas e moléstias e pela diminuição da infestação de plantas daninhas, a alternância no padrão de extração e reciclagem de nutrientes com uso de espécies com diferentes sistemas radiculares e a manutenção ou melhoria das características de solo. Considera-se que a condição ideal é aquela em que o solo tenha sempre uma espécie de planta se desenvolvendo, determinando elevados fluxos de carbono e energia no sistema solo-planta-atmosfera, o que é benéfico à qualidade física, química e biológica do solo.

Há várias espécies de cobertura de solo no inverno com potencial para participar de sistemas de rotação e de sucessão com a cultura de milho no sistema plantio direto. Dentre os atributos sugeridos para as espécies de cobertura de solo no inverno destacam-se: alto rendimento de massa seca, alta taxa de crescimento, resistência à temperatura baixa, não se transformar em planta daninha, ser de fácil manejo, ter sistema radicular vigoroso e profundo, apresentar elevada capacidade de reciclar nutrientes e ser de fácil produção de sementes.

9.1 Vantagens e limitações do uso de espécies de cobertura de solo em cultivos isolados como culturas antecessoras ao milho

Para benefício do sistema plantio direto, as espécies de cobertura de solo no inverno devem proteger o solo e melhorar suas características físicas, químicas e biológicas para a cultura subsequente. Além disto, devem incrementar o suprimento de nitrogênio (N) e o rendimento de grãos.

A aveia preta é a espécie mais cultivada como cobertura de inverno no Sul do Brasil, antecedendo as culturas de milho e soja, em sistema plantio direto. Entre as causas determinantes do uso da aveia preta destacam-se: alto rendimento de massa seca, facilidade de aquisição de sementes e de implantação, rusticidade, rapidez de formação de cobertura e ciclo adequado. Dentre os benefícios da aveia preta para o sistema plantio direto, podem ser citados: melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo e eficiente proteção do solo proporcionada por seus resíduos.

No entanto, em milho cultivado em sucessão à aveia preta, geralmente ocorre redução na absorção de N e no rendimento de grãos, devido à alta relação carbono:nitrogênio (C/N) de seus resíduos. A adição de quantidades elevadas de resíduos com alta relação C/N faz com que os organismos quimiorganotróficos que atuam na decomposição da matéria orgânica, se multipliquem gradativamente, produzindo CO₂ em grande quantidade. Como conseqüência, o nitrato e o amônio presentes no solo ficam imobilizados. Além disto, a velocidade de liberação de N dos resíduos de aveia preta é lenta. Apenas 38% do N contido na planta de aveia preta é disponibilizado nas primeiras quatro semanas após seu manejo. Isto promove assincronia entre a disponibilidade desse nutriente no solo e as necessidades para o desenvolvimento inicial da planta de milho. Para reduzir os efeitos prejudiciais da palha de aveia preta sobre o milho cultivado em sucessão existem algumas estratégias de manejo que serão discutidas posteriormente.

As espécies leguminosas de inverno têm capacidade de fixar N atmosférico pela simbiose com bactérias específicas. Isto eleva a disponibilidade desse nutriente no solo, tornando as plantas desta família adequadas para anteceder a cultura do milho. Estimativas indicam que 46 kg de N são acumulados por tonelada de massa seca de parte aérea da ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e que a contribuição média de N da ervilhaca é de 120 kg/ha, variando de 50 a 200 kg/ha. No entanto, devido à baixa relação C/N, a velocidade de liberação de N dos resíduos de leguminosas é muito rápida, quando comparada a outras espécies como as poáceas. Isto se deve ao fato de que 60% do N da fitomassa da ervilhaca é liberado durante os primeiros 30 dias após seu manejo. Em decorrência disto, recomenda-se que a semeadura de milho ocorra num período de tempo não superior a uma semana após o manejo dessa leguminosa. Outra vantagem

do uso de leguminosas como cobertura de solo é a liberação mais lenta do N em relação aos adubos nitrogenados químicos, representando menor risco de poluição ao ambiente.

Apesar dessas vantagens, a intensidade de uso de leguminosas como espécies antecessoras a milho no estado do Rio Grande do Sul é pequena, por apresentarem maior custo de implantação em relação às poáceas, por terem menor rendimento de massa seca, lento desenvolvimento inicial e, principalmente, pela rápida decomposição de seus resíduos. Além do lento crescimento inicial, o máximo acúmulo de massa seca nesta espécie nas condições do Sul do Brasil ocorre entre o final de setembro e o início de outubro. A semeadura de milho nesta época, especialmente em áreas com deficiência hídrica no seu período crítico (duas semanas antes a duas semanas após o pendoamento) é de alto risco. A rápida decomposição dos resíduos das leguminosas faz com que o solo fique desprotegido logo no início do desenvolvimento das plantas de milho, especialmente nos sistemas plantio direto em fase inicial de implantação. Portanto, o desenvolvimento de práticas culturais que possibilitem maior tempo de permanência de resíduos de leguminosas na superfície do solo, é importante para viabilizar o seu uso como cobertura de solo no inverno.

Existem ainda outras opções para cobertura de solo, como as espécies da família das brassicáceas, especialmente o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). Estas espécies não possuem a capacidade de fixar N como as leguminosas, mas apresentam elevada capacidade de reciclar nutrientes de camadas mais profundas do solo. Outras vantagens de sua utilização são o desenvolvimento inicial muito rápido, alto rendimento de massa seca e ciclo curto, o que viabiliza a semeadura precoce de milho em sucessão (agosto a meados de setembro). A possibilidade de semeadura precoce de milho é importante em regiões ecoclimáticas em que há grande probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica em dezembro e janeiro, coincidindo com o período mais crítico da cultura. Altos rendimentos de massa seca da parte aérea de nabo (variando de 4,7 a 5,4 t/ha) têm sido obtido na região ecolimática da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, em pesquisas de campo com uso dessa espécie como cultura antecessora a milho. No entanto, assim como ocorre com as leguminosas, uma de suas limitações é a baixa relação C/N de seus resíduos, determinando rápida taxa de decomposição da palha. Além disto, se mal manejado, o nabo pode se transformar em planta daninha importante para culturas subseqüentes.

As densidades de semeadura indicadas para aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro, em cultivos isolados, são de 100, 90 e 20 kg/ha de sementes, respectivamente.

Além dos aspectos já relatados sobre o uso de espécies de cobertura de solo no inverno, recentemente elas também têm recebido atenção especial em função da possível lixiviação de compostos orgânicos hidrossolúveis de seus resíduos e de extratos aquosos de aveia preta e nabo forrageiro, que podem reduzir a acidez da camada superficial do solo e melhorar o ambiente para desenvolvimento inicial das plantas da cultura em sucessão.

Mesmo com todos os benefícios advindos da utilização de espécies de cobertura de solo no inverno, seja em cultivo solteiro ou consorciado, seu uso representa um investimento cujo retorno econômico ocorre apenas nas culturas subseqüentes de milho ou de soja no verão. Assim, também é importante a busca de sistemas de produção que envolvam espécies de inverno de duplo propósito, que produzam palha para o sistema plantio direto e também grãos e/ou sementes. Desta forma, estará se agregando valor às culturas de inverno e, conseqüentemente, aumentando a rentabilidade da atividade, com retorno mais rápido do investimento realizado. Dentre os sistemas envolvendo culturas de inverno com duplo propósito, passíveis de utilização, destacam-se o cultivo de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro para produção de sementes, ou de espécies como cereais e oleaginosas de estação fria para produção de grãos e/ou sementes. Porém, a adoção desse sistema de sucessão resulta na desvantagem de deslocamento da época de semeadura de milho para final de outubro ou início de novembro. Em regiões com deficiência hídrica, sem disponibilidade de irrigação suplementar, esta época de semeadura poderá limitar muito o rendimento de grãos de milho. Além disto, alguns destes sistemas de produção envolvem a sucessão de duas espécies da mesma família das poáceas que apresentam algumas desvantagens.

9.2 Sistemas consorciados de espécies de cobertura de solo no inverno antecedendo o cultivo de milho

Cada espécie cultivada como cobertura de solo no inverno apresenta vantagens e desvantagens para a cultura de milho em sucessão e para o sistema de plantio direto quando cultivada isoladamente, tornando difícil a indicação de uma única espécie que reúna somente aspectos desejáveis. O uso de sistemas consorciados de culturas pode propiciar a formação de coberturas de solo mais próximas do ideal, aumentando o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão e resultando em benefícios ao sistema plantio direto. Os sistemas consorciados podem propiciar eficiente cobertura vegetal no solo e maior ciclagem de nutrientes, principalmente de N, no caso de espécies leguminosas e brassicáceas.

O uso do consórcio entre espécies poáceas (aveia preta) e leguminosas (ervilhaca comum) diminui a necessidade de adubação nitrogenada em milho em sucessão e não reduz o rendimento de massa seca da cobertura de solo em relação ao cultivo isolado de aveia preta. As vantagens da ervilhaca comum como cobertura de solo para fornecer N não se manifestam com a aplicação de elevadas doses de N na cultura de milho cultivado em sucessão ao consórcio aveia preta e ervilhaca. Com relação à proporção de sementes das espécies, trabalhos de pesquisa têm evidenciado que, à medida que aumenta a proporção de sementes de ervilhaca no consórcio com aveia preta, aumenta a quantidade de N acumulada na planta e o rendimento de grãos de milho, especialmente quando este é cultivado com níveis baixos de N. A grande limitação do uso deste sistema de consórcio é que o rendimento de massa seca da ervilhaca é potencializado nas condições do Rio Grande do Sul somente no fim de setembro e início de outubro, o que inviabiliza a semeadura precoce (agosto) de milho em sucessão, vantajosa em determinadas regiões do Estado. A densidade de semeadura indicada para o consórcio aveia preta e ervilhaca comum é de 50% de aveia (50 kg/ha de sementes) e 50% de ervilhaca (45 kg/ha de sementes).

Outro sistema de consórcio com potencial de utilização durante o inverno é o que mescla uma espécie poácea (aveia preta) e uma brassicácea (nabo forrageiro) como culturas antecessoras ao milho. Este sistema de consórcio tem como vantagem a possibilidade da semeadura precoce de milho (agosto), devido ao ciclo curto das duas espécies. Além disto, o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão ao consórcio aumenta em relação ao obtido em sucessão à aveia preta em cultivo isolado, sem reduzir a produção de palha para o sistema plantio direto. Devido à baixa relação C/N dos resíduos de nabo forrageiro, o rendimento de grãos de milho aumenta à medida que aumenta a proporção de sementes de nabo nos sistemas consorciados com aveia preta. Nos sistemas consorciados entre aveia preta e nabo forrageiro, o nabo é a espécie dominante. Este fato é importante para determinar-se a proporção mais adequada de sementes das duas espécies no consórcio. Resultados experimentais evidenciam que o consórcio de ervilhaca comum ou de nabo forrageiro com aveia preta é uma das estratégias que podem ser utilizadas para minimizar o efeito prejudicial (perdas superiores a 25%) no rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão. Uma proporção de sementes indicada para o consórcio aveia preta e nabo forrageiro é de 50% de aveia (50 kg/ha de sementes) e 50% de nabo (10 kg/ha de sementes).

Para escolha da espécie de cobertura de solo mais adequada para anteceder milho, seja em cultivo solteiro ou consorciado, alguns fatores devem ser observados: adaptação da espécie às condições edafó-climáticas da região, tempo de adoção do sistema plantio direto, época de semeadura indicada para o milho, grau de convicção do produtor na adoção do sistema plantio direto e interesse e disponibilidade de capital do produtor para investimento.

9.3 Estratégias para reduzir os efeitos prejudiciais de espécies poáceas como cobertura de solo no inverno no milho em sucessão

Para minimizar a redução verificada no rendimento de grãos de milho em sucessão à aveia preta pela deficiência de N durante o início de seu desenvolvimento, algumas alternativas de manejo vêm sendo propostas. Além do uso de sistemas de consórcio com espécies com baixa

relação C/N, destacam-se o aumento da dose de N a ser aplicada na semeadura de milho, o atraso da época de semeadura de milho após manejo da aveia preta e o tipo de manejo da palha de aveia preta (mecanizado ou químico). Todas estas estratégias têm como objetivo acelerar a taxa de decomposição dos resíduos da aveia e diminuir o período de imobilização do N pelos microorganismos quimiotróficos na decomposição de sua palhada.

O aumento da dose de N na semeadura de milho em plantio direto após aveia preta e o atraso da semeadura do milho em 20 dias após a dessecação da aveia preta são alternativas eficientes para evitar a deficiência inicial deste nutriente na planta, especialmente em solos mais arenosos e com menor teor de matéria orgânica. A aplicação de 30 kg/ha de N na semeadura é suficiente para suprir esta deficiência.

Outra técnica que pode afetar a taxa de decomposição da palha de aveia preta, é o tipo de manejo da cobertura de inverno: mecanizado ou químico. A forma de manejo de resíduos da aveia preta (não rolada, rolada ou roçada) e o tipo de herbicida não-seletivo utilizado na dessecação, de ação sistêmica (glyphosate) ou de ação de contato (glufosinate e paraquat) não afetam o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão. No entanto, a rolagem da palha da aveia preta é mais eficiente como medida preventiva para estabelecimento de infestação de plantas daninhas, especialmente do capim papuá (*Brachiaria plantaginea*), do que a sua manutenção em pé.

9.4 Estratégias para maior benefício do uso de leguminosas e brassicáceas como coberturas de solo no inverno para o milho em sucessão

O atraso ou a não dessecação da cobertura de inverno com herbicida não seletivo são duas práticas de manejo que podem aumentar o tempo de permanência de resíduos de leguminosas na superfície do solo, resultando em maior sincronismo entre a liberação de N de seus resíduos e o período de maior demanda deste nutriente pela planta de milho. Além disto, estes tipos de manejo podem aumentar o rendimento de massa seca da ervilhaca comum, por mantê-la viva por período de tempo mais longo do que no sistema de manejo convencional (dessecação aos 15 a 20 dias antes da semeadura de milho). Assim, o atraso no manejo da ervilhaca permitirá maior rendimento de massa seca e, conseqüentemente, maior quantidade de N fixada e disponibilizada ao sistema. Além disto, deve-se considerar que a taxa de crescimento da planta de ervilhaca aumenta com o aumento da temperatura do ar.

Outra prática cultural que poderá possibilitar maior tempo de permanência de resíduos de leguminosas na superfície do solo, é a utilização de herbicidas recomendados para controle de plantas daninhas em pré-emergência de milho (mistura de atrazine e simazine) em substituição aos herbicidas não-seletivos no processo de dessecação destas espécies. Este manejo permitiria maior tempo de sobrevivência da planta de ervilhaca, além de auxiliar no controle de plantas daninhas após a emergência de milho.

9.5 Uso de espécies de cobertura de solo no inverno como critério para recomendação de adubação nitrogenada no milho em sucessão

A partir de 2004, as características das espécies de cobertura de solo no inverno passou a constituir-se, além do teor de matéria orgânica do solo e da expectativa de rendimento de grãos, num novo critério para recomendação de adubação nitrogenada em milho cultivado em sucessão em plantio direto para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2004).

Na nova indicação, a contribuição das culturas de inverno antecedentes ao milho foi considerada em três situações: leguminosas em cultivo solteiro, gramíneas em cultivo solteiro e os consórcios. Além disto, para cada uma das situações, foi considerado se o rendimento de massa seca da parte aérea era baixo, médio ou alto. Por sua vez, nos sistemas consorciados considerou-se três tipos de situações: com predomínio de gramíneas, equilibrada ou com predomínio de leguminosas. Esta nova indicação ressalta a importância da espécie e do rendimento de fitomassa produzida pelas coberturas de solo no inverno, especialmente no que se refere ao manejo do N, para cultivo de milho em sucessão.

10. LITERATURA CITADA

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – **Cadeia Produtiva do Milho**. Coord Luiz Antonio Pinazza. Brasília: IICA/MAPA, 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 junho 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Sumário executivo – Milho**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 junho 2011.
- CHIELLE, Z.C.; GABE, N.L.; CARAFFA, M. MIGON, L.; TEIXERA, G.D.; BRAUN, J; COUTINHO, A.Q.; BECKER, L. Ensaio Sul-Rio-grandense de sorgo silageiro: análise conjunta. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 55., 2010, Vacaria. CD Atas e Resumos... Vacaria: FEPAGRO/ASAV/EMATER, 2010. Disponível em < http://www.asav.com.br/reuniaomilho/atas_resumos_2010.pdf>. Acesso em 20 fev 2011.
- EMATER/RS-ASCAR. **Acompanhamento da Safra: safra 2010/2011** - tabelas. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2011. Disponível em: < <http://www.emater.tche.br>>. Acesso em: 12 de junho 2011.
- EMATER/RS-ASCAR. **Informativo Conjuntural**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, n. 1.141, 2011. Disponível em: < <http://www.emater.tche.br>>. Acesso em: 08 de junho 2011.
- EMATER/RS-ASCAR. **Preços Agrícolas** - desde 1990 até 2011. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br>>. Acesso em: 08 de junho 2011.
- EMBRAPA. **Cultivo do Sorgo**. Sete Lagoas, 2011. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 13 de junho de 2011.
- FECOAGRO. **Lavouras em plantio direto safra 2010/11**. Porto Alegre: FECOAGRO/RS, v. 69, ano 49, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de junho de 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de junho de 2011.
- MATZENAUER, R. Estimativa do consumo relativo de água para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p.35-43, 2002.
- MATZENAUER, R. et al. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : FEPAGRO, 2002. 105p. (Boletim FEPAGRO, 10).
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bem: International Potash Institute. 1978. 593 p
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. & BENSON, G.O. **How a corn plant develops?**. 1993. Traduzido por: Potafos, Informações Agronômicas. N° 103. Setembro de 2003. Disponível em: <http://www.potafos.org> Acesso em 04 de abril de 2006.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.
- USDA (United States Department of Agriculture). **World Agricultural Supply and Demand Estimates**, Washinton: USDA, 2011. Disponível em: <<http://www.usda.gov>> Acesso em: 12 de junho de 2011.
- VANDERLIP, R.L.; REEVES, H.E. 1972. Growth stages of sorghum. **Agronomy Journal**, 64:13-17

Convênio



Secretaria de Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo



Promoção



Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio
Secretaria de Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo



Apoio / Patrocínio



FEPAGRO
Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
Rua Gonçalves Dias, 570
Porto Alegre/RS - CEP 90130-060
Fone: 51 3233.5411 Fax: 51 3233.7607
editoracao@fepagro.rs.gov.br
www.fepagro.rs.gov.br