

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

**LX REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO E
XLIII REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO**

PELOTAS, RS – 14 A 16 DE JULHO DE 2015

**INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA O CULTIVO DE MILHO
E DE SORGO NO RIO GRANDE DO SUL
SAFRAS 2015/16 E 2016/2017**

Editores técnicos

*Beatriz Marti Emygdio
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa*

***Embrapa
Brasília, DF
2015***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: Rodovia BR 392, km 78
Caixa Postal 403 - CEP 96010-971 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.cpact.embrapa.br

Emater/RS - ASCAR

Endereço: Rua Botafogo, 1051
CEP: 90040-130 - Porto Alegre, RS
Fone: (51) 2125-3150
www.emater.tche.br
E-mail: portoalegre@emater.tche.br

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Clima Temperado

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*
Vice-presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*
Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*
Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto: *Bárbara Chevallier Cosenza*
Normalização bibliográfica: *Fábio Lima Cordeiro*
Editoração eletrônica: *Rosana Bosenbecker*

1ª edição

Obra digitalizada (2015)

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais para Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Clima Temperado

G943 Reunião Técnica Anual de Milho (60.: 2015 : Getúlio Vargas, RS)
Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2015/2016 e 2016/2017 / 60. Reunião Técnica Anual de Milho; 43. Reunião Técnica Anual de Sorgo; organização Beatriz Marti Emygdio e Ana Paula Schneid Afonso da Rosa. – Brasília, DF: Embrapa, 2015.
127 p.

ISBN 978-85-7035-XX-X

1. Milho. 2. Sorgo. 3. Rio Grande do Sul.
4. Plantio. I. Reunião Técnica Anual de Sorgo (41. : 2013 : Getúlio Vargas, RS). II. Emygdio, Beatriz. III. Rosa, Ana Paula Schneid Afonso da. IV. Embrapa Clima Temperado.

634.75 CDD

©Embrapa, 2015

Revisores desta edição do livro de indicações técnicas

Alencar Rugeri

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa

André Andres

Beatriz Marti Emygdio

Cley Donizeti Martins Nunes

Mauro Cesar Celaro Teixeira

Paulo Régis Ferreira da Silva

Walkyria Bueno Scivittaro

Apresentação

A 60ª e a 43ª edições das Reuniões Técnicas Anuais de Milho e de Sorgo foram realizadas no período de 14 a 16 de julho, em Getúlio Vargas, RS.

Esse evento se constitui num fórum de debates em ciência, tecnologia e extensão rural. Reúne, anualmente, profissionais ligados aos diferentes segmentos das cadeias produtivas do milho e do sorgo, promove o intercâmbio de informações e resultados de pesquisa, define as prioridades de pesquisa para o estado e atualiza as indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no estado.

O livro de indicações técnicas é atualizado a cada dois anos por profissionais das respectivas áreas e submetido à aprovação durante a sessão plenária no último dia do evento.

Essas indicações, com publicação bienal, objetivam nortear os cultivos de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul, nas safras 2015/16 e 2016/17. No entanto, não têm a pretensão de ser uma receita acabada. Cabe a cada produtor escolher e definir a melhor estratégia a ser adotada em sua propriedade.

Agradecemos a todos os profissionais, que de alguma forma, colaboraram para a atualização e revisão dessa publicação.

Os Editores.

1 IMPORTÂNCIA DO MILHO E DO SORGO.....	11
1.1 Cultura do milho.....	11
1.1.1 Mundo.....	11
1.1.2 Brasil.....	12
1.1.3 Rio Grande do Sul.....	14
1.2 Cultura do sorgo.....	16
1.2.1 Mundo.....	17
1.2.2 Brasil.....	18
1.2.3 Rio Grande do Sul.....	19
2 DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS.....	19
2.1 Desenvolvimento da planta.....	19
2.1.1 Período vegetativo.....	19
2.1.1.1 Subperíodo semeadura-emergência.....	19
2.1.1.2 Subperíodo emergência-diferenciação dos primórdios florais.....	20
2.1.1.3 Subperíodo diferenciação dos primórdios florais-florescimento.....	21
2.1.2 Período reprodutivo.....	21
2.1.2.1 Subperíodo florescimento-polinização.....	21
2.1.2.2 Subperíodo polinização-maturação fisiológica.....	22
2.1.2.3 Subperíodo maturação fisiológica-maturação de colheita.....	22
2.2 Escala de estádios de desenvolvimento da planta de milho.....	23
2.3 Escala de estádios de desenvolvimento da planta de sorgo.....	24
2.4 Fenologia.....	25
2.5 Exigências climáticas.....	25
2.5.1 Radiação solar.....	25
2.5.2 Temperatura.....	25
2.5.3 Necessidades hídricas da planta.....	26
2.5.3.1 Consumo de água e coeficientes de cultura para milho.....	27
2.5.4 Manejo da irrigação.....	29
2.5.5 Cultivo de milho e sorgo em terras baixas.....	30
2.6 Zoneamento de riscos climáticos.....	32
2.6.1 Cultura do milho.....	32
2.6.1.1 Tipos de solos aptos para semeadura.....	32
2.6.1.2 Períodos de semeadura nos 36 decêndios do ano.....	33
2.6.1.3 Municípios e períodos favoráveis de semeadura.....	33
2.6.2. Cultura do sorgo.....	33
2.6.2.1 Tipos de solos aptos ao cultivo.....	34
2.6.2.2 Períodos de semeadura nos 36 decêndios do ano.....	34
2.6.2.3 Municípios e períodos indicados para semeadura.....	34
3 MANEJO DO SOLO, ADUBAÇÃO E CALAGEM.....	35
3.1 Manejo conservacionista do solo.....	35
3.1.1 Rotação de culturas.....	35
3.1.2 Mobilização mínima do solo.....	35
3.1.3 Cobertura permanente do solo.....	35

3.1.4	Processo colher-semear.....	36
3.1.5	Práticas mecânicas conservacionistas.....	36
3.2	Adubação e calagem.....	36
3.2.1	Amostragem de solo.....	36
3.2.2	Calagem.....	37
3.2.2.1	Cálculo da quantidade de calcário a aplicar.....	37
3.2.2.2	Calagem em áreas manejadas sob sistema plantio direto.....	37
3.2.2.3	Calagem em solo sob preparo convencional.....	37
3.2.2.4	Calcário na linha.....	38
3.2.3	Adubação.....	39
3.2.3.1	Nitrogênio para milho.....	39
3.2.3.2	Nitrogênio para milho pipoca.....	41
3.2.3.3	Nitrogênio para sorgo.....	41
3.2.3.4	Fósforo e potássio.....	41
3.2.3.4.1	Fontes de fósforo e de potássio.....	43
2.5	Fertilizantes orgânicos.....	43
3.2.6	Fertilizantes organominerais.....	43
3.2.7	Fertilizantes foliares.....	44
3.2.8	Micronutrientes.....	44
3.2.9	Enxofre e gesso agrícola.....	44
3.2.10	Relação Ca/Mg do solo.....	44
4	CULTIVARES.....	45
4.1	Critérios de escolha de cultivares de milho.....	45
4.1.1	Quanto ao objetivo da produção.....	45
4.1.2	Quanto ao tipo de cultivar.....	45
4.1.3	Quanto a versão da cultivar.....	46
4.1.4	Quanto ao ciclo da cultivar.....	47
4.2	Cultivares de sorgo.....	65
4.2.1	Sorgo granífero.....	65
4.2.2	Sorgo corte-pastejo.....	66
4.2.3	Sorgo silageiro e sacarino.....	66
5	ESTABELECIMENTO DA LAVOURA	69
5.1	Época de semeadura.....	69
5.1.1	Fatores determinantes da escolha.....	69
5.1.2	Efeitos sobre as características da planta.....	70
5.2	Semeadura.....	71
5.2.1	Qualidade, classificação e tratamento de sementes.....	71
5.2.2	Arranjo de plantas.....	72
5.2.2.1	Densidade de plantas.....	72
5.2.2.2	Espaçamento entrelinhas.....	75
5.2.2.3	Distribuição de plantas na linha e variabilidade entre plantas.....	77
5.2.3	Profundidade de semeadura.....	77
5.2.4	Equipamentos para semeadura.....	78

6 MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS.....	78
6.1 Interferência de plantas daninhas em milho e sorgo.....	78
6.2 Prevenção de infestações.....	79
6.3 Métodos de manejo e controle.....	79
6.3.1 Manejo cultural.....	79
6.3.2 Controle mecânico.....	81
6.3.3 Controle químico.....	81
7 MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS.....	88
7.1 Principais doenças da cultura do milho principais medidas de controle.....	88
7.1.1 Resistência genética.....	89
7.1.2 Rotação de culturas.....	89
7.1.3 Sucessão de culturas.....	92
7.1.4 Uso de sementes saudáveis.....	92
7.1.5 Tratamento de sementes com fungicidas.....	93
7.2 Principais doenças da cultura do sorgo.....	93
7.2.1 Medidas gerais de controle de doenças.....	94
7.2.2 Resistência genética a doenças na cultura de sorgo.....	99
8 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS.....	99
8.1 Introdução.....	99
8.2. Pragas de lavoura.....	99
8.2.1 Pragas de sementes, raízes e partes subterrâneas de plântulas.....	99
8.2.2 Pragas de colmos e da base de plântulas.....	100
8.2.3 Pragas de folhas de plântulas e de plantas adultas.....	101
8.2.4 Pragas de espigas e panículas.....	101
8.3 Pragas de grãos armazenados.....	101
8.4 Manejo e controle.....	102
8.4.1 Pragas de lavoura.....	102
8.4.2 Pragas de grãos armazenados.....	103
8.5 Área de refúgio para semeadura de cultivares transgênicas de milho.....	104
8.5.1 Recomendações para a semeadura da área de refúgio.....	105
8.5.2 Norma de coexistência.....	105
9 ROTAÇÃO E SUCESSÃO DE CULTURAS.....	120
9.1 Vantagens e limitações do uso de espécies de cobertura de solo em cultivos isolados como culturas antecessoras ao milho.....	121
9.2 Sistemas consorciados de espécies de cobertura de solo no inverno antecedendo o cultivo de milho.....	122
9.3 Estratégias para reduzir os efeitos prejudiciais de espécies poáceas como cobertura de solo no inverno no milho em sucessão.....	123
9.4 Estratégias para maior benefício do uso de espécies leguminosas e brassicáceas como coberturas de solo no inverno para o milho em sucessão.....	124
9.5 Uso de espécies de cobertura de solo no inverno como critério para recomendação de adubação nitrogenada no milho em sucessão.....	124
9.6 Potencialidades e desafios do cultivo de milho em áreas de arroz irrigado.....	124

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, produção de combustível (etanol) principalmente nos Estados Unidos, 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 milho, trigo, arroz, soja e sorgo.

Atualmente, os maiores produtores mundiais de milho são os Estados Unidos, com, aproximadamente, 36% do total (safra 2014/15), a China, o Brasil, a União Européia, e a Argentina (Tabela 1.2).

Segundo estimativa da USDA para 2015/16, os principais países exportadores de milho são os Estados Unidos, com 39,5%, e o Brasil com 18,0% e a Argentina com 12,7%. Destaca-se o aumento da participação do Brasil nas exportações mundiais de menos de nove milhões de toneladas na safra 09/10 para 22,0 milhões de toneladas em 2014/2015. Os maiores importadores são o Japão, com 12,6%, México com 8,7% e Coreia do Sul, com 8,4%.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 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 2005/06, até 2014/15 a produção mundial de milho cresceu em torno de 43,5%, atendendo o aumento do consumo, que foi em torno de 38,8%. As projeções indicam que os estoques mundiais se encontram em 19,7% do consumo, suficientes apenas para suprir a demanda mundial por cerca dois meses e meio.

Tabela 1.1 Evolução da produção, consumo, exportação e estoque final de milho no mundo, 2005/06-2015/16 (em milhões de t).

Ano	Produção	Consumo	Exportação	Estoque final	Relação Estoque Final /Consumo
2005/06	696,30	703,98	80,93	123,74	17,77%
2006/07	711,05	726,98	93,8	108,74	15,29%
2007/08	792,44	771,95	98,56	129,86	16,39%
2008/09	798,41	781,95	84,48	147,82	18,51%
2009/10	819,35	822,82	96,82	144,11	17,59%
2010/11	832,49	850,31	91,46	128,19	15,40%
2011/12	885,99	882,52	116,97	132,76	14,98%
2012/13	868,00	864,73	95,16	135,43	15,60%
2013/14	990,64	953,15	131,07	174,50	17,61%
2014/15	999,45	976,93	121,83	197,01	19,71%
2015/16*	989,30	991,12	122,2	195,19	19,73%

*Projeção USDA (junho/2015)

Fonte: USDA (www.fas.usda.gov/psd), junho 2015. Notas: 1 Estimativa; 2 Projeção em junho 2015.

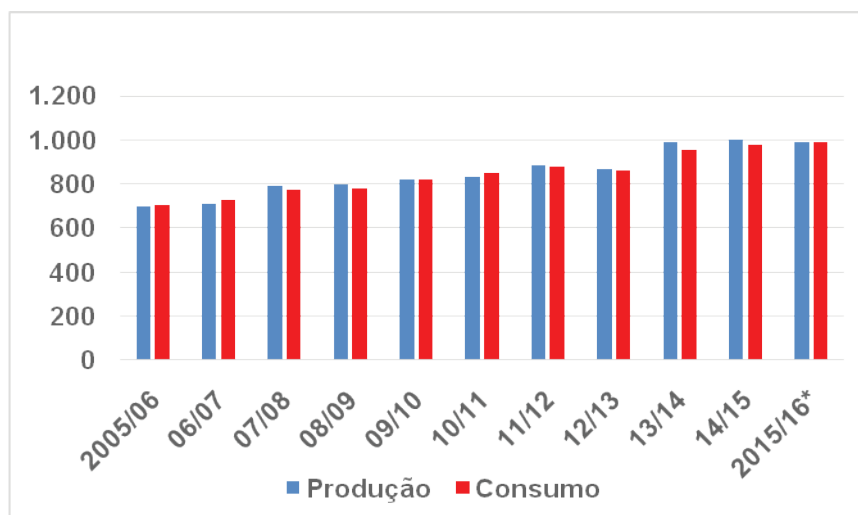


Figura 1.1 Produção e consumo de milho pela população mundial entre 2005/06 e 2015/16 (milhões de toneladas).

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 2015.

Principais produtores		Principais consumidores	
País/Região	%	País/Região	%
Estados Unidos	35,0	Estados Unidos	30,40
China	22,0	China	22,20
Brasil	7,6	Brasil	5,95
União Europeia	6,9	União Europeia	7,92
Argentina	2,5	México	3,43
Ucrânia	2,6	Índia	1,90
México	2,4	Canadá	1,35
Produção (em milhões t)	989,30		991,12

Fonte: USDA (www.fas.usda.gov/psd), junho de 2015.

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 a safra 2003/04 e 2014/15, teve um crescimento de 90,4%, enquanto que o consumo cresceu 46,1% no mesmo período. Mesmo com a ampliação das exportações essa relação elevou os estoques finais, alcançando 28,34% (Tabela 1.3).

Tabela 1.3 Evolução de produção, consumo, importação, exportação e estoque final de milho no Brasil, no período 2003/04 a 2014/15 (em mil t).

Safra	Estoque Inicial	Produção	Importação	Suprimento	Consumo	Exportação	Estoque Final	Relação Estoque Final /Consumo (%)
03/04	8.554	42.129	331	51.013	38.180	5.031	51.013	20,43
04/05	7.802	35.007	597	43.405	39.200	1.070	43.405	8,00
05/06	3.113	42.515	956	46.583	39.830	3.938	46.583	7,07
06/07	2.816	51.370	1.096	55.281	41.885	10.934	55.281	5,88
07/08	1.824	58.652	652	61.128	46.084	7.369	61.128	16,66
08/09	7.675	51.004	1.182	59.861	45.414	7.334	59.861	15,66
09/10	7.113	56.018	392	63.523	46.968	10.966	63.523	11,90
10/11	5.589	57.407	764	63.760	49.029	9.312	63.760	12,16
11/12	5.419	72.980	774	79.173	52.425	22.314	79.173	10,52
12/13	4.434	81.506	911	86.851	54.114	26.174	86.851	15,26
13/14	6.563	80.052	791	87.406	54.596	20.925	87.406	26,14
14/15	11.885	80.208	500	92.593	55.784	21.000	92.593	28,34

Fonte: Conab, 2015.

A elevação da produção é reflexo dos ganhos em produtividade, visto que a expansão da área com a cultura do milho entre 2005 e 2015 foi de 32,9%, enquanto que a produtividade teve uma evolução de 72,1%. (Fonte: IBGE - Levantamento: julho/2015).

Segundo o IBGE, a área cultivada com milho no Brasil atingiu 15,4 milhões de hectares em 2014/15. O Estado do Mato Grosso ocupa a maior área, em torno de 22,4%, seguido pelo Paraná, com 16,6%, Mato Grosso do Sul 10,7%, Goiás 9,3%, Minas Gerais 8,0% e Rio Grande do Sul, com 5,6% da área cultivada.

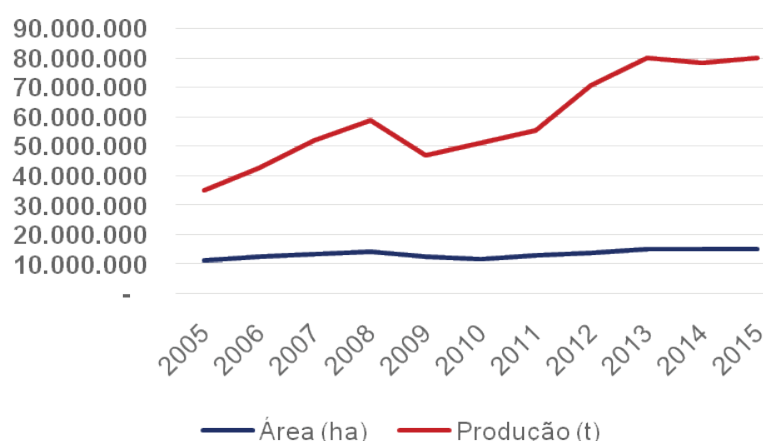


Figura 1.2 Evolução da área e produção de milho no Brasil entre 2005 e 2015. Fonte: IBGE.

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 2000, a área ocupada atingiu mais de um milhão e quatrocentos mil hectares, com produção de 3,9 milhões de toneladas, resultando em uma produtividade de 2.647 kg/ha. Em 2015/15, a área cultivada foi de 865.125 hectares para uma produção de 5,6 milhões de toneladas, resultando em uma produtividade de 6.520 kg/ha. Ao se comparar essas duas safras, observa-se redução de 41,8% na área cultivada e aumento de 146,3% na produtividade. É importante ressaltar, a grande variação na produtividade no Rio Grande do Sul, a qual é atribuída as condições climáticas. O avanço na produtividade é evidente, que está representada pela linha de tendência(Linear), apresentada no figura abaixo.

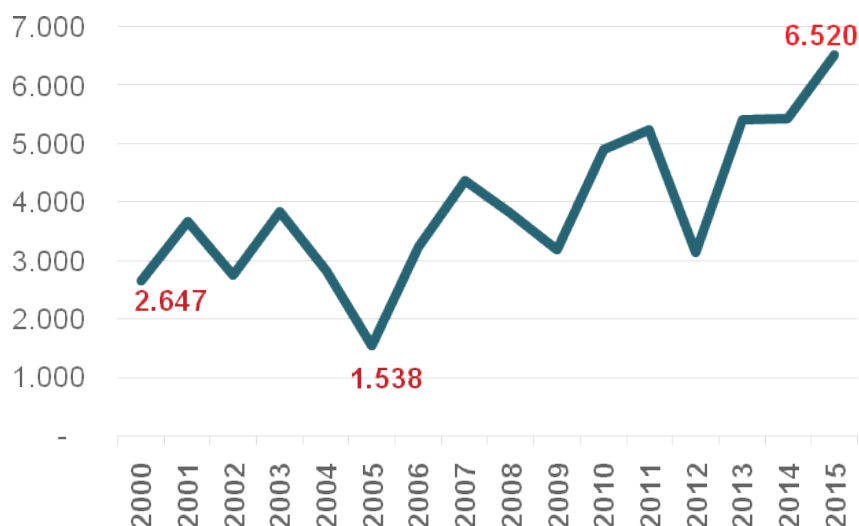


Figura 1.3 Evolução da produtividade de milho no Rio Grande do Sul entre 2000 e 2015. Fonte: IBGE, 2015.

Levantamento anual do acompanhamento da safra 2014/15 realizado pela Emater/RS-Ascar1 aponta que as principais regiões produtoras, em área, são Passo Fundo, Caxias do Sul, Frederico Westphalen e Erechim (Tabela 1.4). No último ano, os destaques em produtividade foram Passo Fundo, Erechim e Caxias do Sul. 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 2014/15.

Região	Área (mil ha)	Produção (mil t)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Bagé	27,53	96,19	3.498
Caxias do Sul	103,18	880,6	8.484
Erechim	51,28	413,06	8.055
Frederico Westphalen	108,14	768,55	7.107
Ijuí	89,29	696,19	7.797
Lageado	39,92	235,09	5.889
Passo Fundo	60,33	507,56	8.413

Região	Área (mil ha)	Produção (mil t)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Pelotas	37,44	151,15	4.037
Porto Alegre	19,51	72,95	3.741
Santa Maria	40,78	206,06	5.053
Santa Rosa	107,46	664,64	6.185
Soledade	61,83	291,47	4.714
Total	745,67	4.980,33	6.679

A Emater/RS-Ascar é dividida em 12 regiões administrativas.

Fonte: Emater/RS-Ascar. Acompanhamento de Safra – 2014/2015.

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.

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.

Os preços médios recebidos pelos produtores de milho, segundo Emater/RS-Ascar, tiveram uma variação acentuada, atingindo o pico em dezembro de 2012 e a partir daí houve uma retração quase que constante chegando ao patamar no período observado de R\$ 21,18 em agosto de 2014. (Tabela 1.6). Pelo custo de produção, a produtividade da cultura torna-se fundamental para a ampliação da área de milho no estado. Realizando uma análise entre o período de semeadura e colheita (setembro 2014 e maio 2015), a média dos preços recebidos pelos produtores no RS foi de R\$ 28,07 por saca.

Tabela 1.6 Preços médios mensais (R\$ / saca) recebidos pelos produtores no Rio Grande do Sul entre janeiro de 2008 e junho de 2015.

Meses	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Janeiro	23,61	20,56	16,83	22,57	25,95	27,20	22,59	23,19
Fevereiro	22,71	20,44	15,46	22,90	26,54	27,92	22,89	22,38
Março	23,26	17,01	15,18	23,53	25,86	27,33	23,96	22,64
Abril	23,58	16,99	15,03	24,38	25,05	23,71	24,72	23,34
Mai	24,30	18,00	15,07	24,88	22,86	22,98	24,36	22,34
Junho	23,71	18,72	15,42	25,02	23,63	22,88	23,30	21,97
Julho	25,09	17,63	15,60	25,42	24,09	23,21	22,70	-
Agosto	22,13	17,24	16,15	25,68	26,91	22,79	21,18	-
Setembro	21,77	16,86	18,10	24,53	28,17	21,97	21,57	-
Outubro	20,86	16,76	19,88	25,67	28,08	22,07	22,22	-
Novembro	19,11	17,45	21,70	25,36	28,47	22,21	22,41	-
Dezembro	19,30	17,00	22,33	24,64	29,66	22,61	23,66	-
Média	22,45	17,89	17,23	24,55	26,27	23,91	22,96	22,64

Fonte: Emater/RS-Ascar. Preços médios nominais.

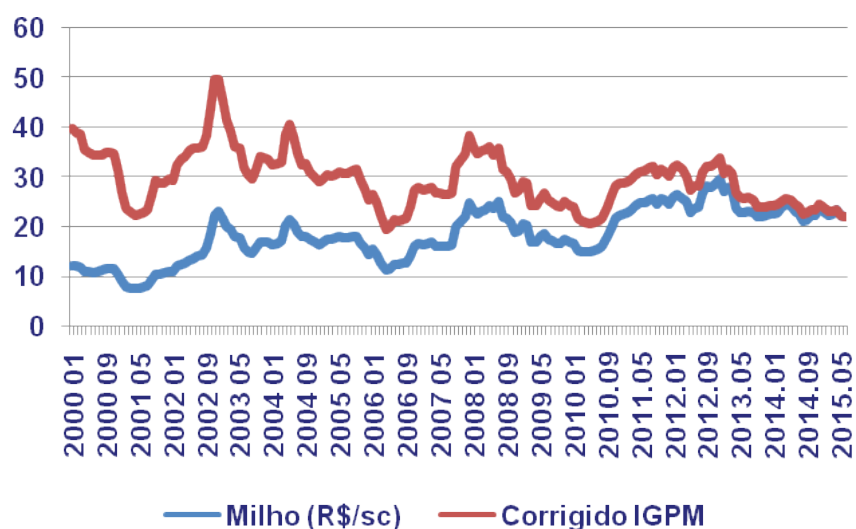


Figura 1.4 Variação dos preços nominais e corrigidos pelo IGPM, recebidos por saca de milho no RS entre jan/2000 e jun/2015.

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 63,1 milhões de toneladas, na safra 2014/15. Os maiores produtores mundiais são: Estados Unidos, México, Nigéria, Índia, Argentina, Sudão, Etiópia e Brasil, (Tabela 1.8).

Tabela 1.8 Evolução da produção, consumo total, e estoque final de sorgo no mundo no período de 2003/04 a 2014/15 (em mil t).

Ano	Produção	Consumo	Estoque final	Relação Est. Final /Consumo
2003/04	60,43	59,34	5,17	8,71%
2004/05	58,80	58,80	5,04	8,57%
2005/06	59,65	59,30	5,00	8,43%
2006/07	57,55	58,40	4,20	7,19%
2007/08	66,45	64,50	5,60	8,68%
2008/09	64,72	64,40	6,10	9,47%
2009/10	59,30	61,60	3,70	6,01%
2010/11	62,48	57,47	5,83	10,01%
2011/12	54,04	56,30	3,56	6,32%
2012/13	57,37	61,79	3,45	5,58%
2013/14	60,98	60,00	4,43	7,38%
2014/15*	63,11	64,36	3,18	4,94%

Fonte: USDA (www.fas.usda.gov/psd). Notas: *preliminar, estimativa agosto 2015.

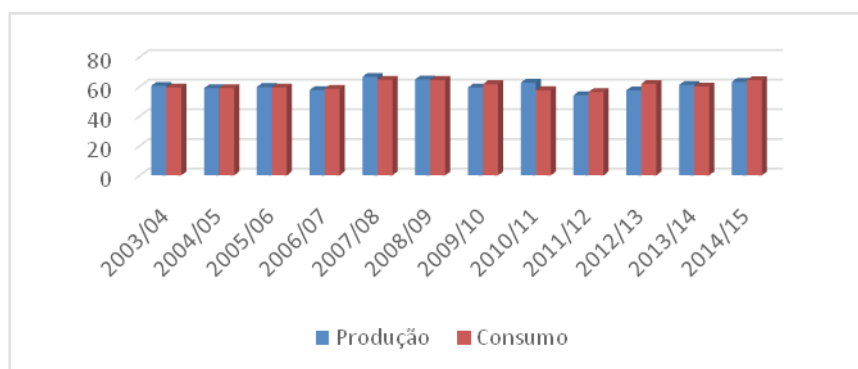


Figura 1.5 Evolução da produção e do consumo de sorgo no mundo entre 2003/04 e 2014/15 (mil toneladas).
Fonte: USDA

Tabela 1.9 Principais países produtores e consumidoras de sorgo no mundo, safra 2014/2015.

Principais produtores		Principais consumidores	
Países	Mil/ton	País	Mil/ ton
Estados Unidos	10.023	México	10.300
México	6.800	Nigéria	6.450
Nigéria	6.500	Estados Unidos	5.842

Principais produtores		Principais consumidores	
Países	Mil/ton	País	Mil/ ton
Índia	5.800	Índia	5.700
Argentina	5.400	Sudão	3.900
Sudão	3.800	Etiópia	3.700
Etiópia	3.700	Argentina	2.300
Brasil	2.100	Brasil	2.100
Total em mil toneladas	57.37		61,79

Fonte: USDA (www.fas.usda.gov/psd)

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.

Na safra 2015, o Estado de Goiás foi o maior produtor nacional, contribuindo com 43,6% da produção brasileira.

Tabela 1.10 Área e produção de sorgo granífero dos principais estados produtores do Brasil, safra 2014/15.

Estados	Área (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg ha ⁻¹)
Goiás	232.600	851.5004	3.661
Mina Gerais	161.500	499.700	3.094
Bahia	142.000	115.200	811
Mato Grosso	111.700	291.500	2.610
Tocantins	21.400	39.800	1.862
São Paulo	13.800	50.000	3.623
Rio Grande do Sul	10.500	25.500	2.462
Outros	27.500	78.300	
Total	721.000	1.951.500	

Fonte: CONAB – Estimativa em agosto 2015.

1.2.3 Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul, no ano de 2015, deverá colher 25.500 toneladas de sorgo, representando uma diminuição de cerca de 50% em relação a safra de 2013 que foi de 52.400 toneladas.

2 DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

As plantas de milho e de 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 e/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, pragas e doenças.

No entanto, independentemente 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

Nesse 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 C4 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, o sorgo exige maior temperatura de solo para germinação e emergência em relação ao 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 à do milho. Nas semeaduras realizadas a partir de outubro, a profundidade de semeadura deve ser maior que nas mais antecipadas 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 sua degeneração logo após o surgimento das primeiras raízes adventícias 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 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, em solos onde se cultiva arroz irrigado no sistema de cultivo convencional, colocação do adubo em contato com sementes, ataque de pragas e doenças 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 a estrutura foliar, com as folhas surgindo de cada nó, de forma alternada. Após as primeiras quatro a cinco semanas de desenvolvimento, todas as folhas já estão diferenciadas. O número total de folhas formado por planta é variável, dependendo principalmente de cultivar e época de semeadura.

As folhas novas formam-se a partir do 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 estágio 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 começa a haver emissão de novas folhas pelas plantas, três a quatro dias após.

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 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 afillhos, cuja quantidade depende de cultivar, número inicial de plantas por unidade de área e fertilidade de solo, especialmente nitrogênio (N). Em milho, o afillamento 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 pode contribuir para sua estabilidade, sob a ocorrência de um dado estresse. O afillamento confere ao sorgo resposta mais elástica à variação na densidade de plantas em relação ao milho, ou seja, erros na regulagem da semeadora são mais impactantes no rendimento de grãos de milho do que no 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 a 12 folhas expandidas. A partir da diferenciação do pendão (milho) ou da panícula (sorgo), os entrenós 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 parte da adubação nitrogenada em cobertura no estágio em que as plantas estão com 6 a 7 folhas com colar visível.

Durante o subperíodo emergência-diferenciação dos primórdios florais pode 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 doenças e possibilidade de formação de geadas em semeaduras 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 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 doenças. 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 irão originar 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 de 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 de estigmas, havendo redução do número de grãos formados na espiga. A planta de milho pode diferenciar mais de uma espiga por planta 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 doenças. Especificamente para milho, sob condições de estresse (hídrico ou uso de densidade excessiva de plantas) pode ocorrer defasagem entre pendramento 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%. Se o consumo do grão é 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 folhas secas, enquanto que no sorgo eles permanecem verdes. Isto permite que, após a colheita dos grãos, colmos e folhas da planta de sorgo possam ser utilizados para pastejo por 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 doenças 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 de 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 de 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.	DPF ¹	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 florais²MF – Maturação fisiológica

2.2 Escala de estádios de desenvolvimento da planta de milho

A descrição dos estádios de desenvolvimento do milho segue a escala de Ritchie et al. (1993). Este sistema identifica com precisão os estádios de desenvolvimento da planta. Entretanto, todas as plantas de uma determinada área não estarão no mesmo estágio ao mesmo tempo. Quando se estiver definindo o estágio de desenvolvimento em 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 faz com que o coleótilo em crescimento rompa a 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 alongação. 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 alongação. Ocorre também o desenvolvimento inicial da inflorescência feminina.

• **V12** - Décima segunda folha: plantas com 12 folhas com lígulas visíveis. O número de óvulos (grãos potenciais) em cada inflorescência feminina e o tamanho de 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 15 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 na inflorescência feminina, marcando o início do período mais crítico do desenvolvimento da planta em termos de determinação do potencial produtivo de grãos.

- **V18** - Décima oitava folha: plantas com 18 folhas com lígulas visíveis. O desenvolvimento da espiga ocorre rapidamente, estando a planta próxima do florescimento.
- **VT** - Pendoamento: 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 de 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 massa seca. Início de 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 de grãos, 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 estágio
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 são devidas a 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 três a quatro dias na sua duração. A duração do subperíodo polinização-maturação fisiológica também varia em função de 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 de cultivar, época de semeadura, região de cultivo e 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 estágio de florescimento, quando a planta atinge a área foliar máxima, coincide 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), em regiões mais quentes, ou mais tarde (dezembro, janeiro). Com a semeadura tardia, há redução no potencial de rendimento das culturas, pois as condições de temperatura do ar e 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 seu desenvolvimento. Esta complexa equação é dependente, principalmente, de três elementos meteorológicos (radiação solar, temperatura do ar e disponibilidade hídrica). A obtenção de alto 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 com irrigação 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 ≥ 16 °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 de 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 obtém o maior rendimento por combinarem adequada disponibilidade desse fator com época ideal de semeadura e com bom aproveitamento da radiação solar. O uso de irrigação em anos de baixa precipitação pluvial, associada à aplicação de maior adubação, faz com que as demais regiões do Estado também tenham potencial similar para produzir alto rendimento, por apresentarem adequadas radiação solar e temperatura do ar. O uso dos recursos do ambiente só pode ser potencializado em cultivares com alto potencial genético. No milho, as primeiras populações crioulas do RS não apresentavam alto potencial de rendimento, uma vez que eram selecionadas em função de sua adequação a sistemas de consórcios e a 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 utiliza 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 mm 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 mm 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 de sementes e emergência de 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 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 de estigmas, a fecundação e o início de desenvolvimento de grãos. Esses processos são muito sensíveis à deficiência hídrica, especialmente a emissão de estigmas e fecundação. A defasagem entre a emissão de estigmas e 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 secagem de 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

retém 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 de raízes.

O agricultor pouco pode fazer para aumentar a capacidade de armazenamento de água pelos solos, pois cultiva apenas nos horizontes superiores do solo, enquanto as raízes exploram camadas 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 uso da água das precipitações em razão da melhoria na estrutura da superfície.

Como não pode interferir na 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 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 doenças, uso de variedades adaptadas a 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 E_{Tr}/E_{Tm} , 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 E_{Tr}/E_{Tm}) 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 doenças) 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 sua limitação 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 – E_{Tm}), 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, durante o 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 m² de solo por dia ou 66 m³ 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 pendramento; 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 (Kc) 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 Kc₁, Kc₂ e Kc₃ da seguinte forma:

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

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 Kc_1 (ETm/Eo), Kc_2 (ETm/ETo) e Kc_3 (ETm/Rs) em diferentes subperíodos e no ciclo completo de milho, para três épocas de semeadura.

Sub-período *	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 pendramento; ML – maturação leitosa; MF – maturação fisiológica.

Para 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 de consumo de água para um período de sete dias na época de semeadura de 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 Kc_1 , 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.

Um aspecto importante a ser considerado é 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 à 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 massa 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 alta 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 áreas de arroz irrigado

Estudos mostram a viabilidade de estabelecer a cultura do milho em planossolos, em rotação com a cultura do arroz irrigado, desde que se disponha de eficiente sistema de drenagem e que se utilize as demais práticas de manejo adequadas para obtenção de altos rendimentos de grãos.

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 de 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 a 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 cm a 30 cm de estatura), tolerando baixas tensões de O_2 . No entanto, na fase inicial de desenvolvimento, esta cultura é muito 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, que 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 o cultivo nas áreas que são inundadas muito facilmente. Estes locais são conhecidos por alagar com freqüência, 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 freqüentemente ao ocorrer altos volumes de precipitações em 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, fazer 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 de 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, em Pelotas, RS.

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.

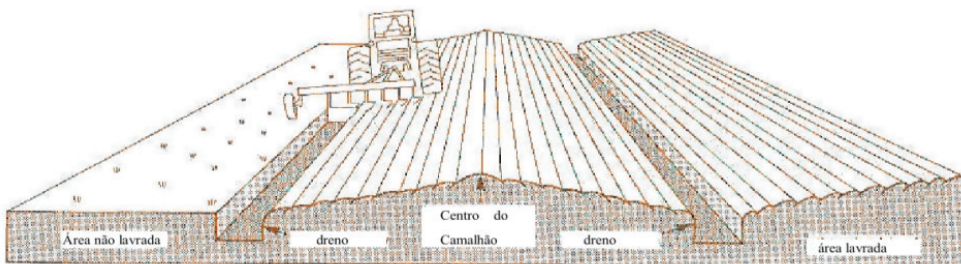


Figura 2.1 Confecção de camalhões de base larga.

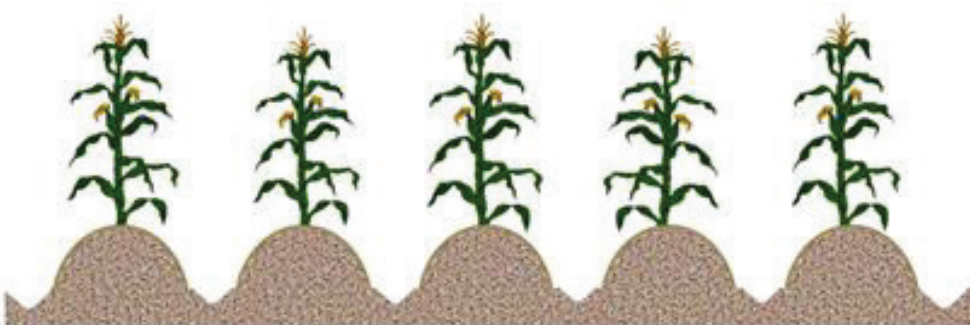


Figura 2.2 Milho implantado em sistema sulco-camalhão.

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 foram considerados ciclos de 120, 130, 140 e 150 dias, como os mais representativos nas diversas regiões do estado.

No cálculo de balanço hídrico foram considerados 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 coincidam com áreas onde não é recomendado o cultivo de 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 climáticos 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 de 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 meteorológicos adversos ainda impossíveis 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. O principal problema é a baixa quantidade e a irregularidade na distribuição de precipitações em 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 da 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 50 mm e três grupos de solos definidos em função de sua capacidade de armazenamento

de água: 35 mm 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 e 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 frequencial para obter o valor do índice ISNA correspondente à frequência de ocorrência de 80% de sucesso. Esses valores foram georreferenciados 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% de 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% de 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 matações (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 meteorológicos adversos de difícil previsão.

3 MANEJO DO SOLO, ADUBAÇÃO E CALAGEM

3.1 Manejo conservacionista do solo

Atualmente, apesar de o milho ser cultivado predominantemente sob o sistema plantio direto, ainda é incipiente a adoção de práticas conservacionistas fundamentais à melhoria e otimização no uso dos recursos naturais e de insumos, indispensáveis à expressão do potencial genético da cultura. Dentre essas práticas, a baixa adoção da rotação de culturas pode ser apontada como uma das mais relevantes, em razão dos benefícios que promove.

O sistema plantio direto (SPD), também denominado sistema de semeadura direta ou de 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 a diversificação de espécies, a mobilização do solo apenas na linha de semeadura, a manutenção permanente da cobertura do solo e a minimização do intervalo entre a colheita e a 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, é planejada para proporcionar competitividade ao agronegócio, quantidade e qualidade de biomassa e viabilizar o processo colher-semear, tendo como benefícios: o favorecimento do manejo integrado de pragas; a promoção de cobertura permanente do solo e da ciclagem de nutrientes; o aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo; a melhoria de atributos físicos do solo, particularmente a capacidade de armazenagem de água; a diversificação e estabilização da produtividade; a racionalização no uso de mão de obra; a otimização no uso de máquinas e equipamentos e a redução no risco de perda de renda.

O sistema plantio direto somente se consolida com a utilização de rotação de culturas e a inserção da cultura do milho em sistema de rotação de culturas em plantio direto é bastante vantajosa, tanto pelo tipo de sistema radicular, quanto pela quantidade alta de biomassa aportada ao solo, como resíduos culturais.

3.1.2 Mobilização mínima do solo

A restrição da mobilização do solo à linha de semeadura tem como benefícios a redução nas perdas de solo e de água por erosão; a redução na incidência de plantas daninhas; a redução na taxa de decomposição de resíduos culturais e de mineralização da matéria orgânica do solo; a promoção de sequestro de carbono no solo; a manutenção da qualidade do solo; a redução na demanda de mão de obra; e a redução nos custos de manutenção de máquinas e de equipamentos e no consumo de energia.

3.1.3 Cobertura permanente do solo

A manutenção permanente de plantas vivas e/ou de restos culturais na superfície do solo tem como benefícios: a dissipação da energia erosiva das gotas de chuva; a redução de perdas de solo e de água por erosão; a preservação da umidade no solo; a redução da amplitude de variação da temperatura do solo; a redução da incidência de plantas daninhas; o favorecimento do manejo integrado de pragas; a estabilização da taxa de ciclagem de nutrientes e a 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 semeadura subsequente, tem como benefícios: a otimização no uso da terra, por proporcionar maior número de safras por ano agrícola; a otimização do uso de máquinas e equipamentos; a redução nas perdas de nutrientes liberados pela decomposição de restos culturais; a melhoria da fertilidade do solo; o estímulo à diversificação de épocas de semeadura; e a reprodução, em sistemas agrícolas produtivos, dos fluxos de matéria orgânica vigentes em sistemas naturais.

3.1.5 Práticas mecanizadas conservacionistas

A cobertura permanente do solo, otimizada no sistema plantio direto, não se constitui em condição suficiente para amenizar o efeito de enxurradas e controlar a erosão hídrica. Mesmo sob plantio direto consolidado, pode haver escoamento superficial de água, quando da ocorrência de precipitação intensa e/ou em áreas com longos comprimentos de pendentes. Isso pode levar a falhas na cobertura do solo e, conseqüentemente, em erosão, devido à tensão de cisalhamento do escoamento superficial. Esse problema é agravado pela semeadura 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 constitui-se em solução para esse problema e tem como benefícios: o manejo do solo e da água no âmbito de microbacia hidrográfica; o restabelecimento da semeadura em contorno; a redução no risco de transporte de agroquímicos para fora da lavoura; maior armazenagem de água no solo e a conservação de estradas rurais.

3.2 Adubação e calagem

As informações sobre adubação e calagem propostas baseiam-se em indicações contidas no Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, publicado pelo Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Incluem, ainda, informações específicas quanto à adubação e à calagem para as culturas de milho e sorgo.

3.2.1 Amostragem de solo

Há três critérios básicos a serem considerados para a definição do plano de amostragem de solo: a uniformidade de áreas para fins de amostragem e de manejo da lavoura, o número de subamostras a serem coletadas em cada área e a profundidade de amostragem. As características locais da lavoura, como topografia, posição na paisagem, cor e profundidade do solo, uso anterior da área, práticas de manejo do solo, incluindo o tipo, quantidade de adubos e de corretivos aplicados, determinarão o número de áreas homogêneas a serem amostradas separadamente e o número de subamostras a coletar nessas áreas. O manejo de solo adotado em cada área, como por exemplo sistema convencional, preparo ou plantio direto, irá determinar a profundidade de amostragem do solo.

A coleta de amostras de solo pode ser realizada com pá-de-corte ou trado. 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 espaçamento médio (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 de 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 do

solo na área a ser amostrada.

Em áreas sob 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, é possível amostrar-se a camada de 0 a 10 cm ou de 0 a 20 cm, pois os resultados não afetarão a recomendação de adubação. No entanto, quando há evidência de presença de gradiente de pH acentuado, convém coletar amostras nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm, permitindo, dessa forma, melhor conhecimento do solo.

3.2.2 Calagem

A prática de calagem objetiva corrigir o pH do solo a níveis (valores) desejados, pela aplicação de corretivos de acidez, sendo o produto mais comumente utilizado o calcário, composto por carbonato de cálcio associado a quantidades variáveis de carbonato de magnésio.

3.2.2.1 Cálculo da quantidade de calcário a aplicar

A necessidade de calagem é determinada a partir dos valores de acidez ativa do solo ($\text{pH}_{\text{água}}$) e considerando as exigências das culturas de milho e sorgo, que variam entre pH 5,5 e 6,0, conforme o sistema de manejo do solo. Por sua vez, a quantidade de corretivo a ser aplicada é estimada pelo índice SMP, fornecido pela análise do solo (Tabela 3.2.1). As quantidades de calcário e seu modo de aplicação variam, ainda, com o sistema de preparo do solo, convencional ou plantio direto (Tabela 3.2.2).

As quantidades de corretivo indicadas na Tabela 3.2.1 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. Indica-se dar preferência ao calcário dolomítico, por conter maior quantidade de magnésio. Os produtos comercializados no RS apresentam, em geral, uma relação Ca:Mg de 2:1 a 4:1.

Em alguns solos, principalmente naqueles de textura arenosa, o índice SMP pode indicar o uso de 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 (NC) com base nos teores de matéria orgânica (MO) e de alumínio trocável (Al) do solo, empregando-se as seguintes equações:

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

3.2.2.2 Calagem em solo sob preparo convencional

No sistema de preparo convencional de solo (aração e gradagem), o corretivo deve ser incorporado uniformemente até a profundidade de 17 cm a 20 cm, conforme critérios descritos na Tabela 3.2.2.

Quando a quantidade de calcário indicada na Tabela 3.2.1 é aplicada integralmente, o efeito residual da calagem perdura por três a 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 estabelecer a necessidade de nova correção do solo.

3.2.2.3 Calagem em áreas manejadas sob sistema plantio direto

Em áreas onde se pretende implantar o sistema plantio direto, mas ainda manejadas em sistema convencional de preparo ou em áreas sob pastagem natural com acidez alta (Índice SMP $\leq 5,0$), recomenda-se elevar o pH da camada arável (17 a 20 cm) a 6,0, mediante a incorporação de calcário (Tabela 3.2.2). A quantidade de calcário a aplicar é definida em função do índice SMP do solo (Tabela 3.2.1).

No caso da implantação de sistema plantio direto em solos sob campo nativo, mas com índice SMP entre 5,1 e 5,5, indica-se aplicar calcário em dose correspondente a 1 SMP para pH 5,5. Nesta situação, a eficiência da calagem 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 precipitação pluvial. Por essa razão, recomenda-se que o calcário seja aplicado seis meses antes da semeadura dessas culturas, sendo opcional sua incorporação ao solo. Já nas áreas sob campo nativo e com índice SMP superior a 5,5, a indicação de calcário também é de 1 SMP para pH 5,5, porém a aplicação deve ser feita em superfície (Tabela 3.2.2).

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

3.2.2.4 Calcário na linha

Esta prática consiste na aplicação de pequenas quantidades de calcário finamente moído (*filler*) ou de corretivo proveniente da moagem de conchas marinhas, na linha de semeadura do milho ou do sorgo. 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 integralmente corrigida, não se indica o uso dessa prática;
- o calcário deve apresentar PRNT superior a 90%, quando for de origem mineral, ou superior a 75%, quando for originário 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.

Tabela 3.2.1 Quantidade de calcário (PRNT = 100%) necessária para elevar o pH_{água} do solo a 5,5 ou 6 nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Índice SMP	pH água pretendido		Índice SMP	pH água pretendido	
	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.

Tabela 3.2.2 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
Plântio Direto	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⁾
	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⁾	½ 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 (PRNT 100%).

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 Adubação

3.2.3.1 Adubação nitrogenada 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 antecedente, considerando-se uma expectativa de rendimento de aproximadamente 4 t/ha de grãos, em anos com precipitação pluviométrica normal.

Para definir-se o potencial de rendimento do milho podem ser utilizados os seguintes critérios:

- 0≤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, utilização de cultivares de elevado potencial produtivo e uso eficiente de irrigação ou em safras com distribuição regular 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 do solo	Dose de nitrogênio		
	Cultura antecedente		
	Leguminosa	Consociação ou pousio	Gramínea
%	----- kg N/ha -----		
≤ 2,5	70	80	90
2,6 – 5,0	50	60	70
> 5,0	≤ 30	≤ 40	≤ 50

⁽¹⁾ As quantidades de N indicadas pressupõem rendimento de grãos ≤ 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 o milho suceder gramínea com produção elevada, e para menos, se o milho suceder leguminosa ou consorciação de gramínea e leguminosa.

Para expectativa de rendimento > 4 t/ha, indica-se 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 leguminosas, gramíneas ou consorciações:

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) podem ser feitos para mais ou para menos.

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 produção média, 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 quatro a seis folhas em lavoura sob sistema plantio direto, especialmente nos primeiros anos de implantação do sistema e em solos com baixa disponibilidade de N.

Destaca-se que, em condições de umidade do solo adequada e sob condições climáticas favoráveis, cerca de 20 mm de precipitação ou como lâmina de irrigação logo após a aplicação do fertilizante em cobertura, os adubos nitrogenados apresentam eficiência agrônômica (quantidade de grãos produzida por quilograma de N aplicado) semelhante, devendo ser usada a fonte com menor custo unitário de N aplicado.

A fonte de nitrogênio mais comumente utilizada para o milho é a uréia, que se destaca pelo elevado conteúdo de N e menor custo por unidade do nutriente aplicado, embora esteja sujeita a perdas por volatilização de amônia, particularmente quando aplicada em superfície, em doses elevadas e/ou sob condições climáticas desfavoráveis, o que pode reduzir sua eficiência. Este inconveniente pode ser minimizado, porém, pelo tratamento da uréia com um inibidor de urease. Um dos produtos disponíveis é o **NBPT (N-(n-butil) tiossulfônico triamida)**, que inibe a degradação enzimática da uréia por um período de até 14 dias, reduzindo as perdas de N por volatilização de amônia.

O fracionamento da aplicação de N em cobertura é também indicado, especialmente 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 incrementa o rendimento do milho, mesmo sob condições de precipitação elevada 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 da adubação.

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 observem sintomas evidentes de deficiência desse nutriente nas plantas.

3.2.3.2 Adubação nitrogenada para milho pipoca

As doses de nitrogênio indicadas para a cultura de milho pipoca são apresentadas na Tabela 3.2.4. Esta é definida em função do teor de matéria orgânica do solo e considera uma expectativa de rendimento ≤ 3 t/ha.

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 orgânica do solo	Nitrogênio
%	kg de N/ha
$\leq 2,5$	70
2,6 – 5,0	50
$> 5,0$	≤ 30

⁽¹⁾ As quantidades de N indicadas pressupõem rendimento de grãos ≤ 3 t/ha. Para expectativa de rendimento > 3 t/ha, indica-se 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.

Não existe distinção no manejo da adubação nitrogenada recomendado para milho produzido nos sistemas convencional e plantio direto.

3.2.3.3 Adubação nitrogenada 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 da diferenciação do primórdio floral. A adubação nitrogenada em cobertura pode ser parcial ou totalmente suprimida, sob condições climáticas desfavoráveis.

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 orgânica do solo	Nitrogênio
%	kg de N/ha
$\leq 2,5$	60
2,6 – 5,0	40

⁽¹⁾ As quantidades de N indicadas pressupõem rendimento de grãos ≤ 3 t/ha. Para expectativa de rendimento > 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 Adubação fosfatada e potássica

As quantidades de fertilizantes fosfatado e potássico a aplicar variam em função dos teores de fósforo (P) e potássio (K) no solo. O limite superior da classe de interpretação “Médio” é considerado o teor crítico de P e de K no solo (Tabela 3.2.6), a partir do qual pouco incremento em produtividade 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, tem-se uma adubação balanceada em termos de manutenção da fertilidade do solo e de previsão de retornos econômicos satisfatórios. As doses de nutrientes indicadas nas Tabelas 3.2.7 e 3.2.8 pressupõem rendimento ≤ 4 t/ha para o milho e ≤ 3 t/ha para milho pipoca e sorgo. No caso de expectativa de rendimento superior às descritas, indica-se acrescentar 15 kg/ha de P_2O_5 e 10 kg/ha de K_2O , para cada tonelada adicional de grãos pretendida. Nas Tabelas 3.2.6 e e.2.7, 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 constituem-se em 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 de fertilizantes, recomenda-se realizar nova análise de solo para planejar a adubação das duas safras subsequentes.

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 disponíveis 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⁽¹⁾.

Interpretação	P Mehlich-I				K Mehlich-I		
	Classe textural do solo ¹				CTC pH7,0 cmolc/dm ³		
Muito Baixo	1	2	3	4	>15,0	5,1-15,0	$\leq 5,0$
	----- mg P/dm ³ -----				----- mg K/dm ³ -----		
Muito baixo	≤ 2	≤ 3	≤ 4	≤ 7	≤ 30	≤ 20	≤ 15
Baixo	2,1-4	3,1-6	4,1-8	7,1-14	31-60	21-40	16-30
Médio	4,1-6	6,1-9	8,1-12	14,1-21	61-90	41-60	31-45
Alto	6,1-12	9,1-18	12,1-24	21,1-42	91-180	61-120	46-90
Muito alto	>12	>18	>24	>42	>180	>120	>90

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

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 do 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 P_2O_5 /ha -----		----- kg K_2O /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 P_2O_5 e de K_2O indicadas pressupõem rendimento ≤4 t/ha. Para expectativa de rendimento >4 t/ha, acrescentar 15 kg P_2O_5 e 10 kg K_2O 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.

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	
	1º cultivo	2º cultivo	1º cultivo	2º cultivo
Muito baixo	----- kg P_2O_5 /ha -----		----- kg K_2O /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 P_2O_5 e de K_2O indicadas pressupõem rendimento ≤3 t/ha. Para expectativa de rendimento >3 t/ha, acrescentar 15 kg P_2O_5 e 10 kg K_2O 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.

3.2.3.4.1 Fontes de fósforo e de potássio

Para os fertilizantes fosfatados solúveis ou parcialmente acidulados, a dose de P_2O_5 deve ser calculada levando-se em consideração o teor de P_2O_5 solúvel em água e em citrato neutro de amônio. No caso de termofosfatos e de escórias, as quantidades devem ser calculadas levando-se em consideração o teor de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2%, na relação 1/100.

Os fosfatos naturais reativos apresentam baixa solubilidade em água, mas podem ser eficientes como fonte de fósforo, 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 (solúveis). 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 P_2O_5 .

As principais fontes de potássio são o cloreto de potássio (KCl) e o sulfato de potássio (K_2SO_4), sendo ambos solúveis em água e de eficiência equivalente.

Na escolha de qualquer fonte de fósforo ou de potássio deve ser considerado o custo da unidade de P_2O_5 e K_2O aplicado na lavoura, levando em conta os critérios de solubilidade acima indicados.

3.2.5 Fertilizantes orgânicos

É possível utilizar fertilizantes orgânicos no cultivo de milho e sorgo. As doses de N, P_2O_5 e K_2O devem ser as mesmas indicadas nas Tabelas 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.7 e 3.2.8. O cálculo destas deve ser realizado, porém, levando-se em consideração a velocidade de liberação dos nutrientes desses produtos no solo. Em geral, a liberação de nutrientes de resíduos orgânicos (camas e esterco), na primeira safra, é de cerca de 50%, para o N, e de 80%, para o 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, 20% de umidade máxima e os teores de N-P₂O₅-K₂O declarados no registro. O cálculo da dose a utilizar deve ser feito com base nos teores de N, de P₂O₅, de K₂O 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-P₂O₅-K₂O aplicado na propriedade.

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 indicaram vantagem de seu emprego nessas culturas.

3.2.8 Micronutrientes

As informações de pesquisas realizadas nos últimos anos indicam que a maioria dos solos cultivados com milho e sorgo nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina 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. Ressalta-se 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 aplicação de micronutrientes somente deve ser realizada se a análise de solo ou de tecido foliar indicar evidente deficiência.

3.2.9 Enxofre e gesso agrícola

O gesso (CaSO₄.2H₂O) é uma fonte de enxofre e de cálcio às plantas. Na forma comercial, contém 13% de enxofre (S) e 16% de cálcio (Ca). Excetuando o fosfato monoamônico (MAP) e o fosfato diamônico (DAP), as demais fontes de fósforo 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-P₂O₅-K₂O contendo baixo teor de P₂O₅, geralmente são elaboradas com superfosfato simples e, portanto, contém S.

No caso de comprovação de deficiência de enxofre (S), pela análise de solo (< 10 mg S/dm³), indica-se usar cerca de 20 a 30 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 de solo, 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 no solo é de cerca de 3:1. Em alguns solos, os teores de Ca e de Mg trocáveis podem ser semelhantes, resultando em uma 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 de a 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 têm 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 Critérios de escolha de cultivares de milho

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, objetivo da produção, 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 Quanto ao objetivo da produção

A escolha da cultivar de milho vai depender do objetivo da produção, se para grãos ou para silagem.

Se o objetivo for a produção de grãos escolher cultivares com elevado potencial de rendimento de grãos e que apresente bom empalhamento.

Se o objetivo for a produção de silagem escolher cultivares com alta produção de massa verde, elevada produtividade de grãos, bom equilíbrio entre colmos, folhas e espigas e maior período útil de colheita (evitar cultivares hiper e superpreoces). Evitar populações de plantas muito elevadas, pois aumentam o teor de fibras afetando a digestibilidade.

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, duro, pipoca e doce.

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, que apresentam melhor condição de armazenamento e menor germinação na espiga.

O milho 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.

O milho doce 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.

4.1.2 Quanto ao tipo de cultivar

Quanto ao tipo, as cultivares de milho 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.

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. 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. Resultados de pesquisa obtidos recentemente com híbridos simples modernos mostram que há vantagem técnico-econômica com sua adoção, mesmo sob condições em que há risco de 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.

4.1.3 Quanto à versão da cultivar

Cultivares híbridas de milho estão disponíveis em versão convencional ou transgênica.

Se transgênicas, as cultivares podem apresentar um, dois ou três eventos, combinando resistência a inseto e/ou tolerância a herbicida (Tabela 1).

Tabela 1. Marca, sigla, característica, classe de inseto e herbicida dos eventos disponíveis nas cultivares de milho transgênicas, comercializadas no Brasil, 2013.

Marca	Sigla	Característica *
YieldGard®	YG,Y	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
Agrisure TL®	TL	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
Roundup Ready® 2	RR, RR2	Tolerante a herbicida
Agrisure TG®	TG	Tolerante a herbicida
Herculex®	Hx, H	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
YieldGard® + Roundup Ready® 2	YR, YGRR2	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
Agrisure TL® + Agrisure TG®	TL/TG	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
Viptera®	VIP Viptera	Resistente a insetos
Herculex® + Roundup Ready® 2	HR	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
YieldGard VTPRO®	PRO	Resistente a insetos
Agrisure TL® + Agrisure TG® + Viptera®	Viptera 3	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
VT PRO 2TM	PRO2	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
VT PRO 3TM	PRO3	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
Power Core (PRO + Herculex + RR 2)	PW	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
HX YG RR2 (YieldGard® + Herculex® + RR2)	YHR	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
Optimum™ Intrasect™ (YieldGard® + Herculex®)	YH	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
VT PRO Max™ (PRO + PRO3)	PROX	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
Herculex Xtra™	HX	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
Viptera 4	Viptera 4	Resistente a insetos e tolerante a herbicida
YieldGard® + Herculex® + Viptera®	VYH	Resistente a insetos e tolerante a herbicida

* RI: Resistência a Inseto; TH: Tolerância a Herbicida

Fonte: Adaptado de <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/organismos-geneticamente-modificados/plantas-autorizadas>

Se a opção for pelo plantio de uma cultivar de milho transgênico, o produtor deve:

a) Plantar refúgio quando optar pelo plantio de milho Bt: que consiste no plantio de, **no mínimo, 10% da área total de milho** plantada na propriedade, com milho não Bt. **O refúgio deve ser plantado, no máximo, a uma distância de 800 metros da lavoura de milho Bt.**

b) Observar norma de coexistência: para permitir a coexistência, a distância entre uma lavoura comercial de milho geneticamente modificado e outra de milho não geneticamente modificado, localizada em área vizinha, deve ser igual ou superior a 100 (cem) metros ou, alternativamente, 20 (vinte) metros, desde que acrescida de bordadura com, no mínimo, 10 (dez) fileiras de plantas de milho convencional de porte e ciclo vegetativo similar ao milho geneticamente modificado.

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 estabelecidas pela CTNBio e Lei de Biossegurança. Aspectos das regras são apresentados no capítulo 8, Manejo Integrado de Pragas.

4.1.4 Quanto ao ciclo da cultivar

O ciclo de uma cultivar de milho é definido em função da soma térmica (graus-dia). Cada cultivar apresenta uma necessidade específica e constante de unidades de calor, sem a qual não completa o ciclo.

As cultivares de milho indicadas para cultivo no Rio Grande do Sul podem apresentar ciclo superprecoce, precoce ou normal. Também é possível encontrar cultivares classificadas como hiperprecoces e semiprecoces. A classificação das cultivares nos respectivos grupos de maturação é de exclusiva responsabilidade das empresas obtentoras.

Cultivares de ciclo precoce e superprecoce são as mais demandadas. Nesse sentido, classificar cultivares nestes grupos de maturação pode ser uma estratégia de marketing interessante. Por esta razão deve-se usar os valores de referência da Tabela 2 como critério para identificação do ciclo de uma dada cultivar.

Quase totalidade das cultivares classificadas como hiperprecoces não acrescentam qualquer vantagem sobre as superprecoces quanto à soma térmica mínima exigida para alcançar o florescimento. As cultivares classificadas como semiprecoces apresentam ciclo normal ou tardio, conforme os valores de referência.

Existem ainda outros dois aspectos importantes a serem considerados no processo de escolha do ciclo de uma cultivar, que são: a velocidade de secagem ou perda de umidade de cada cultivar e a época de semeadura. Cultivares que apresentam o mesmo ciclo podem atingir o ponto de colheita em momentos diferentes, em função da velocidade com que cada uma perde umidade (velocidade de secagem ou “dry-down”). Esta característica, que define o ponto de colheita, acaba tendo mais importância para o produtor que a precocidade para atingir o período de florescimento, que é o critério mais usado para definir e/ou classificar as cultivares quanto ao ciclo.

Como as diversas fases do desenvolvimento do milho e o fechamento do ciclo são dependentes do acúmulo diário de temperatura, o ciclo de uma dada cultivar pode ser prolongado ou encurtado em razão da época de semeadura e da região de cultivo.

Se existe a expectativa de estabelecer uma outra cultura, após a colheita do milho, no mesmo período primavera-verão, deve-se priorizar o plantio de cultivares de ciclo superprecoce ou precoce e que apresentem uma rápida taxa de perda de umidade após a maturação fisiológica.

Se o produtor optar por semear o milho como única cultura de verão ou, pretende armazenar o milho na lavoura (situação comum na pequena propriedade) não há razão para optar por uma cultivar de ciclo superprecoce. Nessas circunstâncias, cultivares precoces ou normais com alto potencial de rendimento, sanidade e excelente empalhamento devem ser priorizadas.

Cultivares de ciclo hiperprecoce e superprecoce geralmente não são as mais produtivas e tendem a apresentar problemas de empalhamento.

Quando o plantio é realizado em regiões muito quentes ou em épocas com ocorrência de altas temperaturas, ocorre um rápido acúmulo de unidades de calor, reduzindo o ciclo e, conseqüentemente a produtividade. Nessas circunstâncias, deve-se optar pelo plantio de cultivares de ciclo precoce. Cultivares de ciclo hiperprecoce ou superprecoce tendem a ser mais afetadas nessas condições.

Se o plantio for realizado tardiamente, a partir de dezembro, em sucessão ao feijão da safra e ao fumo, deve-se indicar a utilização de cultivares de ciclo precoces e superprecoces.

Se o plantio for realizado a partir de meados de fevereiro, período em que já se verifica redução das temperaturas médias, provocando um prolongamento do ciclo, cultivares hiperprecoces e superprecoces são mais adequadas pois permitem reduzir o risco de geadas no final do ciclo.

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 quebraimento, colmos vigorosos, baixa estatura e baixa inserção de espiga. De modo geral, as cultivares transgênicas de ciclo superprecoces e precoces têm dado melhores resultados nessas áreas.

Considerando a dificuldade de reunir em uma mesma cultivar todas as características desejáveis, recomenda-se o plantio de duas ou mais cultivares, que combinem um balanço de características, de modo a promover a redução de riscos em nível de propriedade.

Tabela 2. Cultivares de milho com indicação de cultivo para o estado do RS, de acordo com Zoneamento de Risco Climático para o estado – safra 2015-16.

Cultivar*	Tipo	Ciclo	Graus Dias/dias	Época de Plantio	Uso	Densidade (mil plantas/ha)	Empresa
ADV 9275 PRO/RR2	HS	P	850	C/N/S	G/SPI	55-65	MONSANTO
ADV 9434 PRO2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
2200 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
3020 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
3110 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
3200 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
3380 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
3400 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
3550 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
3700 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
4020 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
4440 RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
AG 1051	HD	SMP	950	C/N/T/S	G/SPI/MV	45-50	MONSANTO
AG 4051 PRO	HT	SMP	960	C/N/T/S	G/SPI/MV	45-50	MONSANTO
AG 5011	HT	P	870	C/N/S	G/SPI	50-55	MONSANTO
AG 5011 YG	HT	P	870	C/N/S	G/SPI	50-55	MONSANTO
AG 7000 PRO2	HS	P	890	C/N/S	GRÃOS	55-60	MONSANTO
AG 7088 PRO2/ PRO3/RR2	HS	P	880	C/N/S	GRÃOS	55-65	MONSANTO
AG 7098 PRO2	HS	P	880	C/N/S	GRÃOS	60-65	MONSANTO
AG 8011 PRO	HT	P	820	C/N	GRÃOS	60-70	MONSANTO
AG 8021 PRO	HS	P	845	C/N	GRÃOS	50-60	MONSANTO
AG 8025	HS	P	835	C/N	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 8025 PRO/PRO2/ RR2	HS	P	835	C/N/S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 8041 PRO	HS	P	835	C/N/S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 8061	HS	P	845	C/N/S	GRÃOS	60-65/50-55	MONSANTO
AG 8061 PRO/PRO2/ RR2	HS	P	845	C/N/S	GRÃOS	60-65/50-55	MONSANTO
AG 8088 PRO/PRO2/ PROX	HS	P	870	C/N/S	GRÃOS	55-60	MONSANTO
AG 8500 RR2	SI	P	SI	S	GRÃOS	55-60	MONSANTO
AG 8676 PRO/PRO2	HS	P	904	C/N	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 8677 PRO2/ PRO3	SI	P	SI	N	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 8690 PRO3	SI	P	SI	N	GRÃOS	60-75	MONSANTO
AG 8780	SI	P	SI	N	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 8780 PRO/PRO3	SI	P	SI	N	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 9010	HS	SP	770	C/N/S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 9010 PRO	HS	SP	770	C/N/S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 9025 PRO3	SI	SP	SI	C	GRÃOS	65-70/70-75	MONSANTO

AG 9030 PRO/PRO2/ PRO3/RR2	HS	SP	795	C/N/S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 9040 YG	HS	SP	790	N/S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AG 9045	HS	SP	780	C/N	GRÃOS	65-70	MONSANTO
AG 9045 PRO/PRO2/ PRO3/RR2	HS	SP	780	C/N	GRÃOS	65-70	MONSANTO
AS 1551	HS	SP	805	C/N/T	GRÃOS	60-65	MONSANTO
AS 1551 PRO/PRO2	HS	SP	805	C/N/T	GRÃOS	60-65	MONSANTO
AS 1555 PRO/PRO2/ PRO3/RR2	HS	SP	820	C/N	GRÃOS	62-70	MONSANTO
AS 1570	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
AS 1572 PRO	HS	P	855	N	GRÃOS	55-65	MONSANTO
AS 1573 PRO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
AS 1575	HS	SMP	850	N/S	GRÃOS	55-60	MONSANTO
AS 1575 PRO/PRO3	HS	SMP	850	N/S	GRÃOS	55-60	MONSANTO
AS 1581 PRO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
AS 1590	HT	SP	810	S	GRÃOS	50-60	MONSANTO
AS 1590 PRO	HT	SP	810	S	GRÃOS	50-60	MONSANTO
AS 1596 PRO2/ PROX/RR2	HS	P	850	N/S	GRÃOS	50-60	MONSANTO
AS 1598 PRO2	HS	P	920	N/S	GRÃOS	60-65	MONSANTO
AS 1625 PRO2	HS	P	885	N	GRÃOS	NR	MONSANTO
AS 1633 PRO3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
AS 1642 PRO3/ PROX	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
AS 1656	HS	P	830	S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AS 1656 PRO/PRO2/ PRO3/RR2	HS	P	830	S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
AS 1660 PRO/PRO3	HS	SP	810	N/T	GRÃOS	55-60	MONSANTO
AS 1661 PRO/PRO3	HS	SP	808	S	GRÃOS	55-60	MONSANTO
AS 1665 PRO	HS	P	810	S	GRÃOS	50-55	MONSANTO
AS 1666 PRO3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
AS 1677 PRO3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
AS 3421 YG	HT	P	840	N/S	G/SPI/SGU	50-55	MONSANTO
BALU 280 PRO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
BM 650 PRO2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
BM 780 PRO/PRO2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
BM 840 PRO	HS	P	852	N/S	G/SPI	60-65/50-55	MONSANTO
BM 915 PRO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
BM 840 PRO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
CD 324 PRO/PRO3	HS	P	SI	N	G/SPI	60-70	MONSANTO
CD 397 PRO	HT	P	900	N	G/SPI	55-70	MONSANTO
CD 3715 PRO/PRO2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
DKB 175 PRO	HS	P	852	C/N/S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
DKB 177	HS	P	860	C/N/S	GRÃOS	55-65	MONSANTO
DKB 177 RR2/PRO/ PRO2/PRO3/PROX	HS	P	860	C/N/S	GRÃOS	55-65	MONSANTO
DKB 185 PRO	HS	P	890	C/N	G/SPI	65-70	MONSANTO

DKB 240	HS	P	830	C/N	G/SGU	70-80	MONSANTO
DKB 240 PRO/PRO2/ PRO3/RR2	HS	P	830	C/N	G/SGU	70-80	MONSANTO
DKB 245 PRO/PRO2/ RR2	HS	P	830	C/N	GRÃOS	65-75	MONSANTO
DKB 250	SI	P	SI	SI	GRÃOS	70-75	MONSANTO
DKB 250 PRO/PRO2/ RR2	SI	P	SI	SI	GRÃOS	70-75	MONSANTO
DKB 275 PRO	SI	SP	SI	SI	GRÃOS	65-50	MONSANTO
DKB 285 PRO/PRO2/ PRO3	HS	SP	795	C/N/T/S	GRÃOS	65-75	MONSANTO
DKB 290	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
DKB 290 PRO/PRO3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
DKB 310 PRO2	HS	SMP	904	C/N/T/S	GRÃOS	60-65	MONSANTO
DKB 315 PRO	HSm	SP	815	C/N/T	GRÃOS	65-70	MONSANTO
DKB 330	HS	SP	810	C/N/T/S	G/SGU	65-75	MONSANTO
DKB 330 PRO/PRO2/ RR2	HS	SP	810	C/N/T/S	G/SGU	65-75	MONSANTO
DKB 340 PRO2	HS	SMP	933	C/N/T/S	GRÃOS	60-65	MONSANTO
DKB 350 PRO	HT	P	860	C/N/T/S	GRÃOS	65-70	MONSANTO
DKB 390	HS	P	870	C/N/T/S	GRÃOS	55-65	MONSANTO
DKB 390 PRO/PRO2/ PRO3/PROX/RR2	HS	P	870	C/N/T/S	GRÃOS	55-65	MONSANTO
DKB 393	HS	SMP	950	N/T/S	G	60-65	MONSANTO
DKB 395 PRO/PRO3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
DKB 566 PRO	HT	P	840	C/N/T/S	G/SPI/SGU	55-60	MONSANTO
GNZ 9501 PRO	HS	P	860	N/S	GRÃOS	55-60	MONSANTO
GNZ 9505 YG/PRO/ RR2	HS	SP	815	N/S	GRÃOS	60-65	MONSANTO
GNZ 9626 PRO3/ RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
GNZ 9690 PRO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
LG 6030	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
LG 6030 PRO/PRO2/ RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
LG 6033 PRO/PRO2/ PRO3/RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
LG 6036 PRO/RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
LG 6038 PRO/PRO2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
LG 6304 YG/PRO	HSM	P	850	C/N/T/S	G/SGU	65-75	MONSANTO
LG 6050 PRO2/ PRO3/RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
NS 50 PRO/PRO2/ PRO3/RR2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
NS 56 PRO/PRO3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
NS 90 PRO2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
NS 92 PRO/ PRO2							MONSANTO
RB 9004 PRO/ PRO2//RR2	HS	P	865	N	G/SPI	60-66	MONSANTO

RB 9005 PRO/PRO2/ PRO3/RR2	HS	P	840	N	GRÃOS	60-66	MONSANTO
RB 9006 PRO/PRO2/ RR2	HS	P	825	N/S	G/SPI	60-66/50- 60	MONSANTO
RB 9108 PRO/PRO2/ PRO3/RR2							MONSANTO
RB 9110 PRO/YG	HS	SP	790	N/S	GRÃOS	60-66/50- 60	MONSANTO
RB 9210							MONSANTO
RB 9210 PRO/PRO2/ PRO3/RR2							MONSANTO
RB 9308	HT	P	858	N/S	G/SPI	60-50/55- 51	MONSANTO
RB 9308 YG/PRO	HT	P	858	N/S	G/SPI	60-50/55- 51	MONSANTO
SHS 7910 PRO2/ RR2							MONSANTO
SHS 7915 PRO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MONSANTO
SHS 7920 PRO/ PRO2/PRO3/RR2	SI	P	870	C/N/T/S	G/SPI	60-65/50- 60	MONSANTO
30B30 H	HT	P	135 dias	N	GRÃOS	60	DU PONT DO BRASIL S.A
30B39 H/HR	HS	P	140 dias	N	G/SPI	55-65	DU PONT DO BRASIL S.A
30F35	HS	P	140 dias	N/S	GRÃOS	55-72	DU PONT DO BRASIL S.A
30F35 H/YH/HR/ VYHR	HS	P	140 dias	N/S	GRÃOS	55-72	DU PONT DO BRASIL S.A
30F53	HS	P	130 dias	N	GRÃOS	55-72	DU PONT DO BRASIL S.A
30F53 E/EH/H/HR/ VYH/VYHR/YH/YHR	HS	P	138 dias	N/S	GRÃOS	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
30K73 H/YHR	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
30K75	HSM	P	135 dias	N/T/S	GRÃOS	55-72	DU PONT DO BRASIL S.A
30K75 Y	HSM	P	135 dias	N/T/S	GRÃOS	55-72	DU PONT DO BRASIL S.A
30R50	HS	P	135 dias	N	GRÃOS	60-80	DU PONT DO BRASIL S.A
30R50 H/VYH/YH/ YHR	HS	P	135 dias	N	GRÃOS	60-80	DU PONT DO BRASIL S.A
30S31 VYH/YH/YHR	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
32R22	HS	SP	121 dias	N	G/SPI/SGU	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
32R22 YHR	HS	SP	121 dias	N	G/SPI/SGU	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
32R48 H/VYH/VYHR/ YH	HS	SP	127 dias	N	GRÃOS	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7032 H	HS	P	135 dias	N/S	G/SPI	55-65	DU PONT DO BRASIL S.A

BG 7046	HS	P	135 dias	N/S	G/SPI	55-65	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7046 H	HS	P	135 dias	N/S	G/SPI	55-65	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7049	HT	P	140 dias	N/S	G/SPI	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7049 H/YH	HT	P	140 dias	N/S	G/SPI	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7051 H/YH	HT	SP	127 dias	N	G/SPI	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7060	HT	P	135 dias	N	G/SPI	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7060 H/HR/YH	HT	P	135 dias	N	G/SPI	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7061H	HT	SP	128 dias	N/S	G/SPI/SGU	60-65	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7318	SI	SP	SI	C/N	GRÃOS	75-85/70-80	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7318 YH	SI	SP	SI	C/N	GRÃOS	75-85/70-80	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7330	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
BG 7330 H	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
P 2530	HS	SP	123 dias	C/N	G/SPI/SGU	65-75	DU PONT DO BRASIL S.A
P 2530 H	HS	SP	123 dias	C/N	G/SPI/SGU	65-75	DU PONT DO BRASIL S.A
P 2830 H	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3161	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3161 H/HR	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3250	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3340	HS	SP	130 dias	N/S	G/SGU	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3340 H/YH	HS	SP	130 dias	N	G/SGU	50-60	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3431 H/VYH/YH	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3456 H	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3646	HS	P	135 dias	N/S	GRÃOS	55-65	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3646 H/VYH/YH/YHR	HS	P	138 dias	N/S	G/SPI	55-65	DU PONT DO BRASIL S.A
P 3862 H/VYH/YH	HS	P	138 dias	N/S	G/SPI	55-65	DU PONT DO BRASIL S.A
P 1630 H	HS	SP	115 dias	N	GRÃOS	50-65	DU PONT DO BRASIL S.A

ATTACK	HSm	P	860	N	G/SPI	55	SYNGENTA SEEDS LTDA
ATTACK TL	HSm	P	860	N	G/SPI	55	SYNGENTA SEEDS LTDA
CARGO TL	HD	P	890	C/N/T/S	G/SPI	55-60	SYNGENTA SEEDS LTDA
CELERON	HS	SP	SI	C/N	GRÃOS	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
CELERON TL/TLTG	HS	SP	SI	C/N	GRÃOS	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
EXCELER	HT	P	870	C/N/T/S	GRÃOS	50-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
EXCELER TL/VIP	HT	P	870	C/N/T/S	G/SPI	50-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
FÓRMULA	HS	SP	SI	C/N	GRÃOS	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
FÓRMULA TL/TLTG/ TLTG VIP/VIP	HS	SP	SI	C/N	GRÃOS	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
GARRA	HT	P	870	N/T/S	GRÃOS	60	SYNGENTA SEEDS LTDA
GARRA TL/VIP/VIP3	HT	P	870	N/T/S	GRÃOS	60	SYNGENTA SEEDS LTDA
IMPACTO	HS	P	895	C/N/T/S	G/SPI	55-60	SYNGENTA SEEDS LTDA
IMPACTO TL/TG/ TLTG/TLTG VIP/VIP	HS	P	895	C/N/T/S	G/SPI	55-60	SYNGENTA SEEDS LTDA
MASTER	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
MASTER TL	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
MAXIMUS	HS	P	890	C/N/S	G/SPI	55-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
MAXIMUS TL/TG/ TLTG/TLTG VIP/VIP	HS	P	890	C/N/S	G/SPI	55-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
NB 7443	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
PENTA	HS	P	870	C/N/S	GRÃOS	55-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
PENTA TL/TLTG/ TLTG VIP/VIP	HS	P	870	C/N/S	GRÃOS	55-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
PREMIUM FLEX	HS	P	870	C/N	G/SGU	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
PREMIUM FLEX TL/ VIP	HS	P	870	C/N	G/SGU	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
SOMMA	HSm	P	895	N/T/S	GRÃOS	55-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
SOMMA TL/VIP/VIP3	HSm	P	895	N/T/S	GRÃOS	55-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
SPEED	HS	SP	815	C/S	GRÃOS	50-65	SYNGENTA SEEDS LTDA

SPEED TL	HS	SP	815	C/S	GRÃOS	50-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
SPLENDOR	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SPRINT	HS	HP	800	C/N	GRÃOS	55-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
SPRINT TL	HS	HP	800	C/N	GRÃOS	55-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
SW3949	HS	HP	SI	C	GRÃOS	60-70	SYNGENTA SEEDS LTDA
SW3949 TL	HS	HP	SI	C	GRÃOS	60-70	SYNGENTA SEEDS LTDA
THUNDER	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
TORK	HS	P	860	N	GRÃOS	55-60	SYNGENTA SEEDS LTDA
TORK TL	HS	P	860	N	GRÃOS	55-60	SYNGENTA SEEDS LTDA
TRAKTOR	HD	P	850	N/T	GRÃOS	55	SYNGENTA SEEDS LTDA
TRAKTOR TL	HD	P	850	N/T	GRÃOS	55	SYNGENTA SEEDS LTDA
SX 7331	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SX 7331 TLTG VIP/ VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SX 7991	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SX 7991 TLTG VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SX 8110	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SX 8110 TLTG VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SX 8332	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SX 8332 TLTG VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 4306	HSm	SP	SI	C/N	GRÃOS	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 4306 TL	HSm	SP	SI	C/N	GRÃOS	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 5T78	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 5T78 TLTG VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7205	HS	P	SI	C/N	GRÃOS	60-70	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7205 TG/TL/ TLTG/TLTG VIP/VIP	HS	P	SI	C/N	GRÃOS	60-70	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7316	HSm	P	SI	C/N/S	GRÃOS	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA

SYN 7316 TL/TLTG/ TLTG VIP/VIP	HSm	P	SI	C/N/S	GRÃOS	60-65	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7B18	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7B18 TLTG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7B28	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7B28 TL/TLTG// VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7E28 TLTG VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7G17	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 7G17 TL/TLTG VIP/VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 8315	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 8315 TL/VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 8A98	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SYN 8A98 TL/TLTG/ TLTG VIP/VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SZ 7030 TLTG VIP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SZ 7142	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SZ 7142 TLTG VIPTERA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
Tropical Plus	HS	N	SI	N	In Natura e processamento industrial Processamento Industrial	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
GSS 3969	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
GSS 41240	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
GSS 41243	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
GSS 41490	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
GSS 41499	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
GSS 42072	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
BALU 178	HT	P	860	C/N/S	G/SPI	50-55/45- 50	SYNGENTA SEEDS LTDA
BALU 184	HD	P	792	C/N/S	G/SPI	45-55	SYNGENTA SEEDS LTDA
BALU 551	HD	P	786	C/N/S	G/SPI	55-60/45- 50	SYNGENTA SEEDS LTDA

BALU 580	HD	P	SI	C/N/S	G/S	55-60/50-55	SYNGENTA SEEDS LTDA
BALU 761	HD	P	798	C/N/S	G/S/SPI	55-60/45-50	SYNGENTA SEEDS LTDA
CD 308	HD	P	745	N/S	G/SPI	50-60	COODETEC
RB 6324	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SYNGENTA SEEDS LTDA
SG 150	HT	P	865	N	GRÃOS	55	SYNGENTA SEEDS LTDA
SG 6015	HSm	P	SI	N/S	G/SGU	45-60	SYNGENTA SEEDS LTDA
SG 6418	HT	P	865	N	GRÃOS	55	SYNGENTA SEEDS LTDA
2A106 HR	HSm	HP	760	C/S	G/SPI	60-65/50-55	DOW AGROSCIENCES
2A401 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
2A550 Hx/PW	HS	P	825	C/N/T	GRÃOS	60-70/50-55	DOW AGROSCIENCES
2A620 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
2B210 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
2B346 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
2B433 PW	HT	SP	840	C/N/T/S	G/SPI	60-65/50-55	DOW AGROSCIENCES
2B512 Hx/PW	HT	P	840	C/N/T/S	G/SPI	60-65/45-55	DOW AGROSCIENCES
2B587	HS	P	815	C/N/T/S	GRÃOS	60-70/50-55	DOW AGROSCIENCES
2B587 RR/PW	HS	P	815	C/N/T/S	GRÃOS	60-70/50-55	DOW AGROSCIENCES
2B604 HX/PW	HSm	P	848	N/T	G/SPI	60-65	DOW AGROSCIENCES
2B610 PW	HS	P	860	C/N/T/S	GRÃOS	65-70/50-55	DOW AGROSCIENCES
2B647 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
2B655 HX/PW	HT	P	840	N/T/S	G/SPI/SGU	55-60/50-55	DOW AGROSCIENCES
2B678 Hx	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
2B688 RR/PW	HT	P	860	C/N/T/S	G/SPI	50-60/45-55	DOW AGROSCIENCES
2B707 HX/PW	HS	P	890	C/N/T/S	GRÃOS	60-65/50-56	DOW AGROSCIENCES
2B710 HX/PW	HS	P	850	C/N/T/S	GRÃOS	55-65/50-55	DOW AGROSCIENCES
2B810 PW	HS	N	920	C/N/T/S	GRÃOS	65-70/50-55	DOW AGROSCIENCES

2B877 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
929 V	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
CD 333 HX/PW	SI	P	SI	N/S	GRÃOS	55-65	DOW AGROSCIENCES
CD 384	HT	P	750	N	GRÃOS	50-60	DOW AGROSCIENCES
CD 384 HR/PW/HX	HT	P	750	N	GRÃOS	50-60	DOW AGROSCIENCES
CD 3612 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
CD 3765 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
CD 3770 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
DB 2A525 Hx	HS	P	835	C/N	GRÃOS	60-70	DOW AGROSCIENCES
DB 2B339 Hx/PW	HT	P	805	C/N/T/S	GRÃOS	55-65/50-55	DOW AGROSCIENCES
Dow WxA504	HS	P	850	C/N/S	I.AMIDO	60-65/50-55	DOW AGROSCIENCES
MG 300 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
MG 580 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
MG 652 Hx/PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
MG 699 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
NEX 5466 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
NEX 5566	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
NEX 5566 PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
NEX 5617 Hx/PW	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
Wx B650	SI	SI	SI	SI	SI	SI	DOW AGROSCIENCES
20A55	HT	P	843	C/N/T/S	G/SPI	60-65/50-60	DOW AGROSCIENCES
20A55 HX/PW	HT	P	843	C/N/T/S	G/SPI	60-65/50-60	DOW AGROSCIENCES
20A78	HT	SP	823	C/N/T/S	G/SPI	60-65/50-60/65/60/50	DOW AGROSCIENCES
20A78 HX/PW	HT	SP	823	C/N/T/S	G/SPI	60-65/50-60	DOW AGROSCIENCES
30A16 HX/PW	HS	P	880	C/N/T	GRÃOS	60-65/50-55	DOW AGROSCIENCES
30A37	HS	SP	810	C/N/T/S	GRÃOS	60-70/50-55	DOW AGROSCIENCES

30A37 RR/HX/PW	HS	SP	810	C/N/T/S	GRÃOS	60-70/50-55	DOW AGROSCIENCES
30A68 HX/PW	HS	SP	SI	C/N/T	GRÃOS	60-65/50-60	DOW AGROSCIENCES
30A77 HX/PW	HS	P	SI	C/N/T	GRÃOS	50-70	DOW AGROSCIENCES
30A91 HX/PW	HSM	P	902	C/N/T/S	GRÃOS	60-65/50-60	DOW AGROSCIENCES
30A95 HX/PW	HT	P	845	C/N/T/S	GRÃOS	60-65/50-60	DOW AGROSCIENCES
BRS 1002	HS	P	SI	N	G	70-80	Embrapa
BRS 1015	HS	P	SI	N	G/SPI	55	Embrapa
BRS 3003	HT	P	819	N/S	G/SPI	55	Embrapa
BRS 3060	HT	SMP	762	C/N/T/S	G/SPI	50-55	Embrapa
BRS 3150	HT	P	845	N/S	G/SPI	50-55	Embrapa
BRS 5202 Pampa	V	P	SI	N	GRÃOS	50-55	Embrapa
BR 206	HD	P	895	N/S	GRÃOS	50	Embrapa
BR 451	V	P	696	N	GRÃOS	40-50	Embrapa
BR 473	V	P	656	N	GRÃOS	40-50	Embrapa
BRS Sol-da-manhã	V	P	751	N/S	GRÃOS	40-50	Embrapa
BRS Planalto	V	P	SI	N	GRÃOS	40-50	Embrapa
BRS Missões	V	P	810	N	GRÃOS	50	Embrapa
BRS Vivi	SI	M	SI	SI	MD	SI	Embrapa
BX 710 YG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Nidera Sementes LTDA.
BX 898	HS	SP	SI	C/N	GRÃOS	65	Nidera Sementes LTDA.
BX 898 YG	HS	SP	SI	C/N	GRÃOS	65	Nidera Sementes LTDA.
BX 907 YG	SI	SP	135-150	N/S	G/SPI/MV	45-50/35-40	CATI
	V	N	890	N/S	G/SPI	50-60/40-45	CATI
	V	SMP	880	N/S	G/SPI	50-55/40-45	CATI
	V	SMP	870	N/S	GRÃOS	45-50/35-40	CATI
	HT	SP	775	N/S	GRÃOS	55/50	COODETEC
	HD	P	745	N/S	G/SPI	50-60	COODETEC
dias	C/N	G/S	65-75/70-80	Nidera Sementes LTDA.	G	55/60	COODETEC
BX 940 YG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Nidera Sementes LTDA.
BX 945	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Nidera Sementes LTDA.
BX 970	HS	SP	SI	N/S	GRÃOS	65	Nidera Sementes LTDA.
BX 970 YG	HS	SP	SI	N/S	GRÃOS	65	Nidera Sementes LTDA.

BX 1200	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Nidera Sementes LTDA.
BX 1280	HSm	P	SI	N/T/S	G/SPI	60	Nidera Sementes LTDA.
BX 1293	HS	P	SI	N/T/S	GRÃOS	65	Nidera Sementes LTDA.
XB 6012	HS	P	SI	C/N/S	GRÃOS	50-55/40-45	SEMEALI
SHS 3031	V	P	860	C/N/T/S	G/SPI	50-55	Santa Helena Sementes
SHS 4050	HD	SP	830	C/N/S	G/SGU	55-60/45-50	Santa Helena Sementes
SHS 4060	HD	P	850	C/N/T/S	G/SPI	50-55/40-45	Santa Helena Sementes
SHS 4070	HD	N	900	C/N/T	G/SPI	50-55	Santa Helena Sementes
SHS 4080	HD	P	860	C/N/T/S	G/SPI	55-60/50-55	Santa Helena Sementes
SHS 4090	HD	SP	820	C/N/T/S	G/SPI	60-65/50-55	Santa Helena Sementes
SHS 5050	HT	SP	810	C/N/S	G/SGU	55-60/50-55	Santa Helena Sementes
SHS 5070	HT	SP	820	C/N/S	G/SGU	55-60/50-55	Santa Helena Sementes
SHS 5080	HT	P	880	C/N/T/S	G/SPI	55-60/50-55	Santa Helena Sementes
SHS 5090	HT	P	840	C/N/S	G/SGU	55-60/50-55	Santa Helena Sementes
SHS 5550	HT	P	840	C/N/S	G/SGU	60-65/50-55	Santa Helena Sementes
SHS 5560	HT	P	840	C/N/T/S	G/SGU	60-65/50-55	Santa Helena Sementes
SHS 7070	HS	P	880	C/N	G/SGU	55-60	Santa Helena Sementes
SHS 7080	HS	P	840	C/N/S	G/SGU	60-65/50-55	Santa Helena Sementes
SHS 7090	HS	SP	810	C/N/T/S	G/SGU	60-65/55-60	Santa Helena Sementes
SHS 7770	HS	P	840	C/N/T/S	G/SGU	60-65/50-55	Santa Helena Sementes
AL 25	V	SMP	870	N/S	G/SPI	45-50/35-40	CATI
AL 34	V	SMP	870	N/S	G/SPI	45-50/35-40	CATI
AL Piratininga	V	SMP	880	N/S	G/SPI/MV	45-50/35-40	CATI
AL Avaré	V	N	890	N/S	G/SPI	50-60/40-45	CATI
AL Bandeirante	V	SMP	880	N/S	G/SPI	50-55/40-45	CATI
AL Bianco	V	SMP	870	N/S	GRÃOS	45-50/35-40	CATI

CD 393	HS	P	870	N	GRÃOS	60-70	COODETEC
CD 393 HX	HS	P	870	N	GRÃOS	60-70	COODETEC
CD 3344 HX	SI	SP	SI	SI	SI	SI	COODETEC
CD 3408 HX	HT	P	850	S	GRÃOS	50-60	COODETEC
RS 20	V	P	635	C	PIPOCA	75	FEPAGRO
FEPAGRO 21	V	N	862	N	GRÃOS	40	FEPAGRO
FEPAGRO 22	V	P	810	N	GRÃOS	50	FEPAGRO
FEPAGRO S 395	HT	P	770	N	GRÃOS	55	FEPAGRO
FEPAGRO S 265	HS	P	680	N	GRÃOS	60	FEPAGRO
FEPAGRO S 268	HS	P	680	N	GRÃOS	60	FEPAGRO
FEPAGRO S 397	HT	P	760	N	GRÃOS	55	FEPAGRO
AHL 188	SI	SI	SI	SI	SI	SI	GENESEDs
BM 2202	SI	SI	SI	SI	SI	SI	GENESEDs
BM 3061	SI	SI	SI	SI	SI	SI	GENESEDs
PRE 22T12	SI	SI	SI	SI	SI	SI	GENESEDs
GNZ 2004	HS	P	850	N/S	G/SPI/MV	50-57/45-50	GENEZE
GNZ 2005	HTm	SP	820	N/S	GRÃOS	55-60/50-55	GENEZE
IPR 114	V	P	870	N	GRÃOS	50-55	IAPAR
IPR 119	HD	P	890	N/S	GRÃOS	55-60/45-50	IAPAR
IPR 127	HS	P	865	N/S	GRÃOS	50-55/45-50	IAPAR
IPR 164	V	P	870	N/S	GRÃOS	50-55	IAPAR
PZ 240	HS	P	872	N	GRÃOS	55-60	PRIMAIZ SEMENTES
PZ 242	HT	P	727	N/S	G/SPI	50-55	PRIMAIZ SEMENTES
PZ 677	HD	P	725	C/N/S	GRÃOS	50-55	PRIMAIZ SEMENTES
BM 207	HD	P	852	N/S	G/SPI	60-65/50-55	BIOMATRIX
BM 502	HD	P	852	N/S	GRÃOS	60-65/50-55	BIOMATRIX
BM 810	HS	P	822	N/S	GRÃOS	60-65/50-55	BIOMATRIX
BM 911	HT	SP	807	N	GRÃOS	60-70	BIOMATRIX
BM 3066	HS	P	838	N	G/SPI	60-70	BIOMATRIX
BM 3063	HT	P	867	N/S	G/SPI	60-65/50-55	BIOMATRIX
BRASMILHO 3010	HD	P	815	N/S	G/SPI	55-60/45-55	UFLA
BRASMILHO 1050	HS	P	880	N/S	G/SPI	55-65	UFLA
SCS153-Esperança	V	SP	SI	C/N	GRÃOS	50	EPAGRI
SCS 154 - Fortuna	V	P	SI	C/N	GRÃOS	50	EPAGRI
SCS155 Catarina	V	P	SI	C/N	GRÃOS	50	EPAGRI
SCS 156 Colorado	V	SI	SI	C/N	GRÃOS	50	EPAGRI
ROBUSTO	V	P	780	N/S	G/SPI	50-55	Selegrãos
ATL 100	HS	P	880	C/N	G/SPI	55-70	KWS Melhoramento e Sementes

ATL 110	HS	P	880	C/N/T/S	G/SPI	55-70	KWS	Melhoramento e Sementes
ATL 120	SI	SI	SI	SI	SI	SI	KWS	Melhoramento e Sementes
ATL 200	HSm	P	880	C/N/T/S	G/SPI/SGU	55-70	KWS	Melhoramento e Sementes
ATL 310	HT	P	890	C/N/T/S	G/SPI	55-70	KWS	Melhoramento e Sementes
ATL 400	HD	P	SI	C/N/T/S	G/SPI/SGV	55-65	KWS	Melhoramento e Sementes
ATL 300S	SI	SI	SI	SI	SI	SI	KWS	Melhoramento e Sementes
BALU 188	HT	SP	790	C/N/S	G/S/SPI	55-60	KWS	Melhoramento e Sementes
DG 213	HD	SP	813	N/S	G/SPI/SGU	55-65/50-60	KWS	Melhoramento e Sementes
DG 501	HT	P	820	N/S	G/SPI/SGU	50-55/45-50	KWS	Melhoramento e Sementes
DG 601	HS	SP	810	N/S	G/SGU	55-60/50-55	KWS	Melhoramento e Sementes
DG 627	HS	P	830	N/S	G/SPI/SGU	55-60/50-55	KWS	Melhoramento e Sementes
FTH 404	HD	P	850	C/N/T/S	G/SPI	55-65	KWS	Melhoramento e Sementes
FTH 510	HS	SP	840	C/N/T/S	G/SPI	55-70	KWS	Melhoramento e Sementes
FTH 900	HT	P	860	C/N/T/S	G/SPI/SGU	55-65	KWS	Melhoramento e Sementes
FTH 950	SI	SI	SI	SI	SI	SI	KWS	Melhoramento e Sementes
FTH 960	HT	P	860	C/N/T/S	G/SPI	55-65	KWS	Melhoramento e Sementes
GNZ 9506	HS	P	830	N/S	GRÃOS	55-60	KWS	Melhoramento e Sementes
GNZ 9510	HS	SP	800	N/S	GRÃOS	60-65	KWS	Melhoramento e Sementes
MX 205	HS	P	880	C/N/T/S	G/SPI	55-70	KWS	Melhoramento e Sementes
MX 210	HS	SP	840	C/N/T/S	G/SPI	55-70	KWS	Melhoramento e Sementes
MX 300	HT	P	880	C/N/T/S	G/SPI	55-70	KWS	Melhoramento e Sementes
RK 3014	SI	SI	SI	SI	SI	SI	KWS	Melhoramento e Sementes
SG 6010	SI	SI	SI	SI	SI	SI	KWS	Melhoramento e Sementes
SG 6011	SI	SI	SI	SI	SI	SI	KWS	Melhoramento e Sementes
SG 6302	SI	SI	SI	SI	SI	SI	KWS	Melhoramento e Sementes
SM 505	SI	SI	SI	SI	SI	SI	KWS	Melhoramento e Sementes

SM 511	HS	P	870	C/N/T/S	G/SPI	55-70	KWS Melhoramento e Sementes
SM 966	HT	P	850	C/N/T/S	G/SPI	55-70	KWS Melhoramento e Sementes
PRE 12S12	HS	HP	790	C/N/S	G/SPI	55-75	Fernando João Prezzotto
PRE 22D11	HD	SP	810	C/N/S	G/SPI	55-63	Fernando João Prezzotto
PRE 22S11	HS	SP	810	C/N/S	G/SPI	55-80	Fernando João Prezzotto
PRE 22S11 TP	HS	SP	810	C/N/S	G/SPI	55-80	Fernando João Prezzotto
PRE 22T10	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Fernando João Prezzotto
PRE 22T11	HT	SP	807	C/N/S	G/SPI	45-63	Fernando João Prezzotto
PRE 32D10	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Fernando João Prezzotto
PRE 32D10 TP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Fernando João Prezzotto
PRE 22T10 TP	HT	SP	805	C/N/S	G/SPI	55-75	Sempre Sementes
MS 2010	HS	P	SI	C/N/S	G/SPI/MV	55-65	Melhoramento Agropastoril
ADV 9724	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Melhoramento Agropastoril
AM 811	HS	P	SI	C/N/S	G/SPI/MV	55-65	Melhoramento Agropastoril
AM 997	HS	P	SI	C/N/S	G/SPI/MV	55-65	Melhoramento Agropastoril
AX 727	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Melhoramento Agropastoril
BALU 7690	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Melhoramento Agropastoril
MS 2010	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Melhoramento Agropastoril
MS 2013	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Melhoramento Agropastoril,
AM 4001	V	P	SI	C/N/S	G/SPI/MV	45-60	Melhoramento Agropastoril
AM 4002	V	SMP	SI	C/N/S	G/SPI/MV	45-60	Melhoramento Agropastoril
AM 4003	V	SMP	SI	C/N/S	G/SPI/MV	45-55	Melhoramento Agropastoril
AO 1052	SI	SI	SI	SI	SI	SI	AGRO INDUSTRIAL JK S/A
AP 4501	SI	SI	SI	SI	SI	SI	YOKI ALIMENTO LTDA
AP 6002	SI	SI	SI	SI	SI	SI	YOKI ALIMENTO LTDA
AP 8202	SI	SI	SI	SI	SI	SI	YOKI ALIMENTO LTDA
AP 8203	SI	SI	SI	SI	SI	SI	YOKI ALIMENTO LTDA
P 618	SI	SI	SI	SI	SI	SI	YOKI ALIMENTO LTDA
P 621	SI	SI	SI	SI	SI	SI	YOKI ALIMENTO LTDA

2M55	HV	P	840	N/T	G/SPI	60-75	Leonardo M.Tavares e outros
2M60	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Leonardo M.Tavares e outros
2M70	HS	P	850	N/T	G/SPI	60-75	Leonardo M.Tavares e outros
2M77	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Leonardo M.Tavares e outros
2M90	HS	P	840	T	G/SPI	55-65	Leonardo M.Tavares e outros
3M51	HT	P	850	N/T	G/SPI	50-70	Leonardo M.Tavares e outros
4M02	HD	P	840	N	G/SPI	55-65	Leonardo M.Tavares e outros eonardo M.Tavares e outros
4M50	HD	P	840	N/T	GRÃOS	50-70	Leonardo M.Tavares e outros
PL 1335	SI	SI	SI	SI	SI	SI	PLANAGRI S/A
PL 6880	SI	SI	SI	SI	SI	SI	PLANAGRI S/A
PL 6882	SI	SI	SI	SI	SI	SI	PLANAGRI S/A
PL 6890	SI	SI	SI	SI	SI	SI	PLANAGRI S/A
MS 3026	SI	SI	SI	SI	SI	SI	POSSA E CIA LTDA
S 8044	SI	SI	SI	SI	SI	SI	POSSA E CIA LTDA
BM 709 PRO2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	HELIX SEMENTES LTDA
BM 3066 PRO2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	HELIX SEMENTES LTDA
BM 810 PRO2	HS	P	822	N/S	GRÃOS	60-65/50-55	HELIX SEMENTES LTDA
BM 812	SI	SI	SI	SI	SI	SI	HELIX SEMENTES LTDA
BM 904	SI	SI	SI	SI	SI	SI	HELIX SEMENTES LTDA
SHS 7990	SI	SI	SI	SI	SI	SI	HELIX SEMENTES LTDA
SHS 7990 PRO2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	HELIX SEMENTES LTDA
RG 01	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MARTINS BORGES
RG 02 A	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MARTINS BORGES
RG 03	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MARTINS BORGES
KSP 3248	SI	SI	SI	SI	SI	SI	KSP SEMENTES E PESQUISA
ANHEMBI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Mhatriz Pesquisa Agrícola
PR 1150	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Mhatriz Pesquisa Agrícola
PR 27D28	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Mhatriz Pesquisa Agrícola
PR 27D29	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Mhatriz Pesquisa Agrícola

*:Cultivares transgênicas disponíveis em mais de uma versão encontram-se separadas por “/”; SI: Sem Informação.

Tipo : V - variedade; HIV- Híbrido intervarietal; HD - Híbrido duplo; HT - Híbrido triplo; HTm - Híbrido triplo modificado; HS - Híbrido simples; HSm -

Híbrido simples;

Ciclo : HP - hiperprecoce; SP - superprecoce; P - Precoce; SMP - Semiprecoce; N – Normal;

Graus Dias/dias: valores sem especificação se referem a graus dias em °C;

Época de Plantio : C - Cedro; N - Normal; T - Tarde; S – Safrinha;

Uso : G - Grãos; SPI - Silagem da planta inteira; SGU - Silagem de grãos úmidos; MV - Milho verde; MD – Milho Doce

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”.

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 m 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.

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 cm 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.

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 60 cm e abaixo de 130 cm, 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 pastejar 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.

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. 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 m a 3 m e rendimento de grãos em torno de 2 t/ha a 5 t/ha. Apesar de existirem no mercado em torno de 15 cultivares de sorgo sacarino, as mesmas não apresentam indicação para o estado do RS, com exceção da variedade BRS 506, de domínio público. No entanto, a mesma não consta na relação de cultivares do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos para o RS para a safra 2013/14.

Tabela 3. Cultivares de sorgo, registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, indicadas no zoneamento agrícola de risco climático para o Estado do Rio Grande do Sul para safra 2015/16.

Cultivar	Empresa	Finalidade de uso	Presença de Tanino	Ciclo	Cor do grão
ADV123	Advanta Sementes	SI	SI	SI	SI
AGN 8040	Agromen Sementes	Grãos	Não	Precoce	Castanho claro
AGN 8050	Agromen Sementes	Corte e Pastejo	SI	SI	SI
AGN 10S20	Agromen Sementes	SI	SI	SI	SI
AGN 10S30	Agromen Sementes	SI	SI	SI	SI
AGN 40P50	Agromen Sementes	SI	SI	SI	SI
AGN 40P84	Agromen Sementes	SI	SI	SI	SI
AGN 70G35	Agromen Sementes	Grãos	SI	Superprecoce	Vermelho
AGN 70G70	Agromen Sementes	SI	SI	SI	SI
AGN 80G20	Agromen Sementes	SI	SI	SI	SI
AGN 80G80	Agromen Agromen	Grãos	Não	Precoce	Castanho
AGN 90G10	Agromen Sementes	SI	SI	SI	SI
AGN 90G45	Agromen Agromen	SI	SI	SI	SI
Buster	Atlântica Sementes	Grãos	Não	Precoce	Vermelho
MR 43	Atlântica Sementes	Grãos	Não	Superprecoce	Vermelho
Bravo	Atlântica Sementes	Grãos	Não	Superprecoce	Alaranjado
Chopper	Atlântica Sementes	Silagem	Não	Superprecoce	Branco
Nutrigrain	Atlântica Sementes	Silagem	Sim	Precoce	SI
Enforcer	Atlântica Sementes	Grãos	Não	Precoce	Marrom
Fox	Atlântica Sementes	Grãos	Não	Superprecoce	Alaranjado
VDH 422	Atlântica Sementes	Silagem	Sim	Precoce	SI
Taguá	Atlântica Sementes	Grãos	Sim	Precoce	Alaranjado
Dominator	Atlântica Sementes	Silagem	Sim	Superprecoce	Vermelho
Jowar short	Atlântica Sementes	Grão	Não	Precoce	Branco
Jowar Food II	Atlântica Sementes	Grão	Não	Médio	Branco
Candy Graze	Atlântica Sementes	Pastejo	Sim	Médio	SI
Nodulce	Atlântica Sementes	Silagem	Não	Precoce	Branco
Revolution	Atlântica Sementes	Corte e Pastejo	Não	Precoce	Vermelho
Summer T 70	Atlântica Sementes	Grãos e silagem	Sim	115-130 dias	Marrom claro

Coati	BR Genética	SI	SI	SI	SI
Guará	BR Genética	SI	SI	SI	SI
Jaguarete	BR Genética	SI	SI	SI	SI
Leão	BR Genética	SI	SI	SI	SI
Nandu	BR Genética	SI	SI	SI	SI
Onça	BR Genética	SI	SI	SI	SI
Catissorgo	CATI	Pastejo	Não	Médio	Vermelho
AL Precioso	CATI	SI	SI	SI	SI
1G 100	Dow Agrosiences	Grãos	Não	Superprecoce	Castanho-escuro
1G 220	Dow Agrosiences	Grãos	Não	Precoce	Castanho escuro
1G 233	Dow Agrosiences	SI	SI	SI	SI
1G 244	Dow Agrosiences	Grãos	Não	Precoce	Castanho claro
50A10	Dow Agrosiences	Grãos	Não	Superprecoce	Castanho claro
50A40	Dow Agrosiences	SI	SI	SI	SI
50A50	Dow Agrosiences	Grãos	SI	Superprecoce	SI
SS 302	Dow Agrosiences	SI	SI	SI	SI
BR 304	Embrapa	Grãos	Não	Precoce	Vermelho
BRS 610	Embrapa	Silageiro	Não	Precoce	Vermelho
BRS 655	Embrapa	Silageiro	SI	Precoce	Marrom
BRS 716	Embrapa	SI	SI	SI	SI
BRS 802	Embrapa	Pastejo	SI	SI	SI
BRS 810	Embrapa	Corte e Pastejo	SI	SI	SI
Tambo	Fernando Prezzoto	Pastejo	SI	Precoce	SI
Silomax	Fernando Prezzoto	Silageiro	Não	Precoce	SI
Podium	Helix Sementes	Silageiro	Não	Médio	Avermelhados
SHS 570 Astral	Helix Sementes	Silageiro	SI	Médio	Castanho avermelhado
SHS 605	Helix Sementes	SI	SI	SI	SI
AG 1040	Monsanto	Grãos	Não	Precoce	Vermelho
AG 1060	Monsanto	Grãos	Não	Precoce	Vermelho
AG 2005-E	Monsanto	Silagem	SI	Superprecoce	SI
AG 2501-C	Monsanto	Pastejo	SI	Superprecoce	SI
AS 4420	Monsanto	Grãos	Não	Precoce	Vermelho escuro
AS 4560	Monsanto	Pastejo	SI	Superprecoce	SI
Volumax	Monsanto	Silagem	SI	Precoce	Amarelo-alar.
Qualimax	Monsanto	Silagem	SI	Semiprecoce	SI
DKB 540	Monsanto	Grãos	Não	Precoce	Laranja
A 9721R	Nidera Sementes	Grãos	Não	Superprecoce	Vermelho
A 9735 R	Nidera Sementes	Grãos/silagem	Não	Precoce	Vermelho

A 9755 R	Nidera Sementes	Grãos	Não	Precoce	SI
A 9939 W	Nidera Sementes	Grãos	Não	Tardio	Branco
A 9941 W	Nidera Sementes	Grãos	Não	Precoce	Branco
Jade	Semeali	SI	SI	SI	SI
A 6304	Semeali	Grãos	Não	Precoce	Castanho
A 9902	Semeali	Grãos	Sim	Precoce	Marrom
A 9904	Semeali	Grãos	Sim	Precoce	Castanho
Esmeralda	Semeali	Grãos	Não	Precoce	Castanho
Ranchero	Semeali	Grãos	Não	Médio	Marrom claro
XB 6020	Semeali	SI	SI	SI	SI
XB 6022	Semeali	Grãos	Não	Precoce	Marrom claro
BM 500	Sementes Biomatrix	Corte e Pastejo	Sim	Precoce	Marrom
BM 515	Sementes Biomatrix	Corte e Pastejo	Sim	Precoce	Marrom
BM 750	Sementes Biomatrix	SI	SI	SI	SI
SHS 410	Sementes Biomatrix	Grãos	Não	Precoce	SI
SHS 615	Sementes Biomatrix	Corte e Pastejo	SI	Tardio	SI

SI: Sem Informação

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 ecoclimáticas. 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 sequência 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 prejudicando 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 à 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 semeaduras 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 semeaduras 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 ainda esteja sujeita à deficiência hídrica que pode ocorrer 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 semeaduras 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 semeaduras 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 Efeitos 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 temperatura do ar mais elevada 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 percentagem 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 profundidade de semeadura maior em relação aos outros cereais, raramente o tamanho de sementes é fator relevante nas sementes com alto poder germinativo. 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 das reservas contidas nas sementes pelo processo de respiração 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. É importante salientar que a densidade de plantas a ser utilizada está associada com as características da cultivar, das condições de ambiente, principalmente disponibilidade hídrica e fertilidade do solo, e condições de manejo.

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 prolificidade.

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 ideotipo 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 sucetibilidade 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 sucetibilidade 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 necessidades hídricas das plantas. 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 na 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 *Phaeosphaeria*. 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 deseje 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 (pl/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 afillamento. 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 auxiliar a protegê-lo, diminuindo o escoamento superficial e a erosão decorrentes de precipitações pluviais 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 ideotipo 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 agronômicos, 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 regulação 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 regulação 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 regulação 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

6.1 Interferência de plantas daninhas em milho e sorgo

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%.

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 *Lolium multiflorum* (azevém), *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.

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.

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 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 consequência, 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, especialmente as que adquiriram resistência a herbicidas, 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 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 entre fileiras, 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 obtém 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 sequência 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 dessecantes

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, frequentemente 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 sequencial de plantas daninhas. Aplicações sequenciais 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 frequentemente 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		
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴	Intervalo de segurança ⁵ (dias)
Acetochlor	Kadett	EC 840	3,0 – 4,0	Pré	II	II	NE
	Kadett EC	EC 840	3,0 – 4,0	Pré	I	I	NE
	Surpass	EC 768	2,6 – 5,2	Pré	I	I	NE
Alachlor	AlaclorNortox	EC 480	5,0 – 7,0	Pré	II	II	NE
	Laço EC	EC 480	5,0 – 7,0	Pré	I	III	NE
Ametryne	AmetrinaAgripec	SC 500	3,0 – 4,0	Pré/Pós(d)	III	II	NE
	GesapaxGrDa	WG 785	2,0 – 2,5	Pós(d)	IV	II	NE
	Gesapax 500	SC 500	3,0 – 4,0	Pós(d)	III	NA	NE
	Ciba-Geigy	WG 700	0,4	Pré	II	II	112
Amicarbazone	Dinamic	WG 700	0,4	Pré	II	II	112
Atrazine	Atranex 500 SC	SC 500	4,0 – 5,0	Pré	III	II	45
	AtrazinaAtanor 50 SC	SC 500	4,0 - 6,0	Pré/Pós	III	III	NE
	AtrazinaNortox 500 SC	SC 500	3,0 – 6,5	Pré/Pós	III	II	NE
	Atrazinax 500	SC 500	3,0 – 6,5	Pré	III	NA	NE
	Coyote	SC 500	5,0 – 6,0	Pré/Pós	II	II	NE
	GesaprimGrDa	WG 880	2,5 – 3,5	Pré/Pós	III	II	NE
	Gesaprim 500	SC 500	4,0 – 5,0	Pré/Pós	IV	II	NE
	Ciba-Geigy	WG 880	2,5 – 3,5	Pré/Pós	III	II	NE
	Herbitrin 500 BR	SC 500	4,0 – 8,0	Pré	III	NA	NE
	Posmil	SC 400	5,0 – 7,0	Pós	IV	II	NE
	Primóleo	SC 400	5,0 – 6,0	Pós	IV	II	NE
	Proof	SC 500	4,0 – 5,0	Pré/Pós	IV	II	NE
	Siptran 500 SC	SC 500	3,4 – 6,2	Pré/Pós	III	NA	45
	Siptran 800 WP	WP 800	2,0 – 4,0	Pré/Pós	III	NA	SI

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		
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴	Intervalo de segurança ⁵ (dias)
Atrazine + alachlor	Agimix	SC 260 + 260	6,0 – 8,0	Pré/Pós	II	NA	NE
	Alaclor + Atrazina SC Nortox	SC 240 + 250	6,0 – 7,0	Pré	I	II	NE
	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
Atrazine + nicosulfuron	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
	Atrasmex 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
	Triamex 500 SC	SC 250 + 250	3,5 – 6,0	Pré/Pós	III	NA	NE
Bentazon	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

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		
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴	Intervalo de segurança ⁵ (dias)
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
Dimethenamid	Zeta 900	EC 900	1,25	Pré	I	II	NE
2,4-D (amina)	Aminamar	SL 806	2,5 – 3,5	Pré	I	NA	SI
	Aminol 806	SL 806	0,5 – 1,5	Pós	I	I	NE
	Capri	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	60
Glufosinate-ammonium	Finale	SL 200	1,5	Pós (ervas)	III	III	NE
Glyphosate	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
	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

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		
Glyphosate	Gliphogan 480	SL 480	1,0 – 2,0	Pós (ervas)	III	III	III	NE
	Glister	SL 480	1,0 – 4,0	Pós (ervas)	II	III	III	NE
	Gliz BR	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
	Gliz 480 SL	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
	Polaris	SL 480	0,5 – 5,0	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
	Radar	SL 480	0,5 – 5,0	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
	Roundup Original	SL 480	0,5 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
	Roundup Transorb	SL 648	1,0 – 4,5	Pós (ervas)	III	III	III	NE
	Roundup WG	WG 720	0,5 – 3,5	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
	Rustler	SL 480	0,5 – 5,0	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
	Stinger	SL 480	0,5 – 5,0	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
	Trop	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
	Zapp QI	SL 620	0,7 – 4,2	Pós (ervas)	IV	III	III	NE
Imazapic + imazapyr	Onduty	WG 525 + 175	0,1	Pós	III	II	II	96
Isoxaflutole	Alliance SC	SC 20	2,5 – 4,0	Pré	III	II	II	NE
	Provence 750 WG	WG 750	80 g	Pré	III	II	II	NE
Linuron	Afalon SC	SC 450	1,6 – 3,3	Pré	III	NA	NA	60
Mesotrione	Callisto	SC 480	0,3 – 0,4	Pós	III	III	III	60
s-Metolachlor	Dual Gold	EC 960	1,25 – 1,75	Pré	I	II	II	NE
Nicosulfuron	Nisshin	WG 750	70 – 80 g	Pós	IV	III	III	45
	Sanson 40 SC	SC 40	1,25 – 1,5	Pós	IV	II	II	45
Paraquat	Gramoxone 200	SL 200	1,5 – 3,0	Pós (ervas)/				
Pós (d)	II	II	7					
Paraquat + diuron	Gramocil	SC 200 + 100	2,0 – 3,0	Pós (ervas)	II	II	II	NE
Pendimethalin	Herbadox 500 CE	EC 500	2,0 – 3,5	Pré	II	NA	NA	1
Sethoxydim	Poast	DC 184	1,0 – 1,25	Pós(ervas)	II	III	III	60
	Poast Plus	DC 120	1,5 – 2,0	Pós(ervas)	III	III	III	60
Simazine	Herbazin 500 BR	SC 500	3,0 – 5,0	Pré	III	NA	NA	1
	Sipazina 800 PM	WP 800	2,0 – 5,0	Pré	III	NA	NA	NE
Sulfosate	Touchdown	SL 480	1,0 – 6,0	Pós (ervas)	IV	III	III	NE

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		
					Toxicológica ³	Ambiental ⁴	Intervalo de segurança ⁵ (dias)
Tembotrione	Soberan *	SC 420	0,18 – 0,24	Pós	III	III	98
Terbutilazine	Gardoprim	SL 500	4,0 – 7,0	Pré	IV	II	NE
Trifluralin	Novolate	EC 600	0,9 – 4,0	Pré	I	II	NE
	Premerlin 600 CE	EC 600	3,0 – 4,0	Pré	II	II	NE
	TrifluralinaNortox	EC 450	1,2 – 5,0	Pré	II	II	NE
	Gold						

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	AtrazinaNortox 500 SC	SC 500	3,0 – 6,5	Pré/Pós	III	II	NE
	Atrazinax 500	SC v	3,0 – 6,5	Pré/Pós	III	NA	NE
	GesaprimGrDa	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
	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
	Atrazine + simazine	Extrazin SC	SC 250 + 250	3,6 – 6,8	Pré	III	NA
2,4 – D (amina)	Herbi D-480	SL 480	3,0 – 4,5	Pré/Pós	I	NA	NE
Linuron	Afalon SC	SC 450	1,6	Pós	III	NA	60
Paraquat	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.

²Pré = 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

As expressões do potencial de produtividade cultura do milho e do sorgo estão associadas os vários fatores limitantes e entre esses estão às doenças causadas por patógenos, incluindo fungos, vírus, bactérias e nematoides. A extensão e severidade das doenças dependem da ocorrência de patógeno virulento, de ambiente favorável e da suscetibilidade das cultivares.

O objetivo deste capítulo é abordagem das técnicas de controle de doenças disponíveis, que podem ser utilizadas de forma unificada, de tal modo de proteger as plantas (idealmente baseadas em considerações econômicas, sociais e ambientais) e que orientam a tomada de decisão de pulverizar ou não um produto químico, com o objetivo de manter os em níveis de danos baixos, sem causar dano econômico as culturas de milho e sorgo.

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

A cultura do milho na Região Sul do Brasil é atacada por várias doenças, as quais podem prejudicar a produtividade e a qualidade dos grãos colhidos. Na Tabela 7.1 estão listadas as principais doenças do milho e o nome científico dos seus agentes causais.

A redução da intensidade de doenças do milho deve ser explorada pelo somatório de práticas de controle de modo integrado. Entre as medidas destacam-se: o controle genético (pela sementeira de híbridos resistentes ou tolerantes), controle cultural (manejo da cultura), controle biológico e por ultimo o controle químico.

7.1.1 Controle genético

A resistência genética ou controle genético é a medida preferencial de controle de doenças. Esse método é o mais prático, eficiente, econômico e ambientalmente sustentável para o produtor controlar as doenças, que consiste na semeadura de cultivar ou híbrido resistente ou tolerante às principais doenças. Devido à disponibilidade de híbridos comerciais, o agricultor tem a possibilidade de escolher aqueles de maior produtividade associado à resistência a uma ou mais moléstias que ocorre em sua região.

Normalmente, as empresas que comercializam as sementes disponibilizam as informações das reações dos híbridos as doenças foliares (*Puccinia*, *Physopella*, *Ustilago*, *Peronosclerospora*, *Sphacelotheca*, *Exserohilum*, *Bipolaris*, *Cercospora* e *Phaeosphaeria*) por graus de resistência (MR – Muito Resistente; R – Resistente; MS - Mediamente Suscetível; S - Suscetível) ou de tolerância (AT- Alta Tolerância; T – Tolerante; MT – Muito Tolerante; BT – Baixa Tolerância). No entanto, para doenças do colmo e da espiga, 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, comumente 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”, termos subjetivos que devem ser evitados pela ciência. Desta forma, as informações são escassas, referentes à reação do híbrido para um determinado patógeno específico causador de podridão do colmo ou da espiga que pode predominar numa situação de cultivo.

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 zea</i>
Cercosporiose	<i>Cercospora zea-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 zea</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.

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 a nematoides causadores de necrose em raízes, pode-se encontrar informações sobre graus de resistência ou fator de multiplicação do nematoide nos tecidos radiculares.

7.1.2 Controle cultural

O correto emprego das práticas culturais recomendadas para o cultivo do milho, normalmente já é suficiente para evitar ataques severos de doenças, ao mesmo tempo em que promove o aumento da produtividade. Assim, com a execução dessas medidas poderá aumentar a eficiência do uso dos fungicidas ou ser dispensado na maioria dos casos, quando não ocorrem níveis de prejuízo econômico. Entre as medidas de manejo cultural destacam-se:

a) Rotação de culturas

O efeito da rotação de culturas esta relacionada à fase de sobrevivência do patógeno e também, além de diminuir a exaustão do solo, melhorar o controle de plantas hospedeiras e insetos. Alertando que a eficácia desta estratégia é maior para patógenos que apresentam baixa gama de hospedeiros e não apresentam estruturas de repouso livres no solo.

Nos períodos de entressafra, os patógenos que sobrevivem saprofiticamente nos restos de culturais do milho são submetidos à intensa competição microbiana, durante a qual leva desvantagem. Correm, também, o risco de não encontrar o milho da nova semeadura e da decomposição do resto de cultura contaminada, o que determina a redução da sua população ou de seu desaparecimento. Entretanto, a qualidade e a quantidade de matéria orgânica no solo advindo das culturas em rotação têm efeito na dinâmica populacional de microrganismos e, consequentemente sobre o potencial de inóculo e no equilíbrio populacional dos fitopatógenos.

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

De modo geral, as espécies leguminosas e brassicáceas (ou, como também eram antes designadas, as cruciferae - crucíferas) não são hospedeiras dos patógenos causadores de doença no milho. Por essa razão, deveriam ser empregadas num sistema de rotação e sucessão de culturas com milho considerando a aptidão agrícola e viável economicamente para cada propriedade. No sistema de rotação, no verão, as espécies vegetais mais utilizadas com o milho são soja e feijão, que não é aconselhável quando o patógeno que se pretende controlar é *Rhizoctonia solani*.

A rotação de culturas também pode eliminar plantas voluntárias da área de cultivo, diminuindo a fonte de inóculo, principalmente de patógenos causadores de doenças foliares. Cabe salientar que o controle de ferrugens pela rotação é baixo ou nulo, pois a disseminação dos uredosporos de *Puccinia* é feita pelo vento a longa distância.

b) Sucessão de culturas

O cultivo alternado de diferentes espécies, na mesma área, em estações diferentes dentro do mesmo ano agrícola, 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 zeae*), uma das principais fontes de inóculo primário para estes fungos estão nos 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 e canola.

O cultivo de trigo, cevada, aveia, triticale e centeio, antecedendo ao do milho, não predispoem a ocorrência das ferrugens (*P. sorghi*, *P. polysora*, *P. zeae*) e das helmintosporioses (*E. turcicum*, *B. maydis*) por serem agentes causais específicos do da cultura do milho.

c) Uso de sementes sadias

O uso de sementes de milho de alta qualidade propicia melhor estabelecimento inicial da lavoura (maior percentagem de emergência e velocidade de emergência), aumenta a eficiência de uso de fertilizantes e corretivos, evita a introdução e dispersão de doenças e por consequência maior produtividade.

Os patógenos do milho utilizam as sementes como meio de sobrevivência e abrigo, para disseminar a curta e a longa distância e ser introduzidos em área isenta de ocorrência. 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, vigor e genética de resistência da cultivar.

A presença de alguns fungos na semente podem não acarretar 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 *Fusarium verticillioides*, *S. maydis* e *S. macrospora*.

Os fungos de armazenamento dificilmente são transmitidos à planta. No entanto, a sua presença pode levar a problemas de deterioração, afetando o vigor, a germinação das sementes e na velocidade da emergência das plântulas.

O potencial de infecção das sementes no campo na colheita pode ser reduzido na sua produção com o emprego do manejo integrado das estratégias disponíveis para controle de doenças nas lavouras a fim obter uma boa qualidade fisiológica e sanitária das sementes. A presença desses fungos patogênicos na semente pode ser monitorada pela assistência técnica, através do teste de sanidade de semente em laboratório credenciado. Uma vez que a produção e a comercialização de sementes de milho híbrido de alta qualidade são de competência das empresas que as produzem.

d) Tratamento de sementes

As sementes de baixa qualidade apresentam fungos em altos níveis e pode provocar problemas de baixo vigor, germinação e emergência de plântulas e, por consequente, redução na população de plantas emergidas.

O tratamento de sementes de milho com fungicidas têm como objetivos controlar e/ou erradicar fungos associados à semente principalmente, *S. macrospora*, *S. maydis*, *B. maydis*, *F. verticillioides* e protege-las nas fases de emergência em solos contaminados por *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* sp., e outros. Portanto, o uso de sementes de qualidade é extremamente importante, além de ser um insumo básico em qualquer sistema de produção agrícola para alcançar altas produtividades de grãos.

A escolha do fungicida com maior eficiência para determinados patógenos será definido pela assistência técnica com base no teste de sanidade de semente realizado em laboratório credenciado. Os fungicidas que estão registrados para cultura do milho no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para tratamento de sementes encontram-se na Tabela 7.3.

e) 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, como o sorgo-de-alepo, também, denominado de capim-massambará (*Sorghum halepense*) e azevém, podem garantir a sobrevivência de *E. turcicum*, *C. graminicola* e *Gibberella* sp. A eliminação destas plantas numa lavoura contribui para reduzir a chance de sobrevivência dos patógenos e, conseqüentemente, redução da 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 (ferrugens) 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 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 míldio, de manchas foliares e de

podridões do colmo e da espiga. As doenças viroticas como 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.

f) 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 (N) ou a deficiência de potássio (K), pode predispor ao surgimento de doenças nas plantas de milho. A falta ou o desequilíbrio principalmente de N e K contribui para o aumento das podridões do colmo.

g) População de plantas

À medida que a população de plantas aumenta, ocorre maior demanda por nutrientes e água e, quando indevidamente supridas, tanto qualitativa quanto quantitativamente, predispõe as plantas à infecção por fungos causadores de podridões do colmo e da espiga e, como prolonga o molhamento foliar, favorece as doenças foliares (ferrugens, helmintosporioses, cercosporiose). Portanto, indica-se manter a população de plantas adequada para o respectivo híbrido, considerando o sistema de cultivo e o nível tecnológico da área onde o material será semeado.

h) 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 das doenças foliares. As doenças de milho como as ferrugens e as manchas foliares, cujos os 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.

O aumento da umidade relativa no dossel da cultura favorece no aumento da taxa de crescimento das doenças foliares, principalmente se a irrigação for feita durante as primeiras horas da manhã, aumenta a duração do período de molhamento foliar, propiciado pelo orvalho. Nessas condições, aumenta a infecção e a intensidade de doença (incidência e severidade dos sintomas).

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.

7.1.3 Controle biológico

No momento, ainda se julga prematura a recomendação desses microorganismos antagonistas no controle de doenças foliares (biofungicidas) por ainda ter resultados irregulares através dos anos. Mas, esses conhecimentos podem ser usados dentro de um sistema de controle integrado, com a presença natural de *Trichoderma* e outros no controle de doença na fase de estabelecimento de plântulas, evitando-se a ação de defensivos químicos sobre os mesmos.

7.1.4 Controle químico

O objetivo do controle químico é manter a planta o mais tempo possível com área foliar sadia. Para manter o nível da sanidade das plantas há necessidade de monitorar a lavoura, periodicamente à procura das primeiras infecções.

A aplicação de fungicidas poderá ser um método complementar eficiente no controle de doenças, principalmente em lavouras com histórico de danos frequentes e em anos em que ocorrerem condições climáticas muito favoráveis ao aparecimento de doenças. Entretanto, esse controle será mais eficiente e econômico quando for precedido pelo manejo adequado da cultura e pelo uso de cultivares mais tolerantes.

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, o clima é favorável (excesso

de precipitações e dias encobertos), o sistema de cultivo predominante é plantio direto e monocultura, o milho é cultivado na safrinha e onde há muito cultivo de milho (safra e safrinha) em uma determinada região que garante a fonte de inóculo.

Os fungicidas devem ser utilizados em algumas situações de garantia de retorno econômico de sua aplicação, com base num limiar de dano econômico. O controle de doenças foliares, ferrugens e manchas, proporciona aumento da produtividade. O controle específico da mancha de macrospora na folha da espiga reduz a ocorrência da podridão de diplodia (*S. macrospora*) na espiga.

Uma das dificuldades encontradas no controle químico é a eficiência da tecnologia de aplicação, ou seja, o momento da aplicação, relacionando com o nível de dano econômico, e o equipamento apropriado para melhor distribuição do produto sobre a área a ser protegida.

De modo geral, aplicações próximas do pré-pendoamento apresentam melhores resultados no que se refere ao ganho de produtividade. Nesta situação, os fungicidas que possuem maior potencial de proteção, principalmente na folha da espiga e folhas superiores para obter-se qualidade e produtividade de grãos.

Para tomada de decisão do momento, a escolha do fungicida e do número de aplicações deve ser estabelecida pela assistência técnica de campo para cada situação de cultivo (clima, sistema de cultivo, nível tecnológico, custo de controle, preço de venda do milho). Na Tabela 7.4 encontram-se todos os fungicidas com registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle dos respectivos agentes causais das doenças parte aéreas na cultura do milho.

7.1.5 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 durante o armazenamento para evitar o crescimento dos fungos (<13 %); (e) evitar o desenvolvimento de insetos na massa de grãos pelo manejo preventivo (limpeza das instalações, evitar mistura de lotes) 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.

7.2 Principais doenças da cultura do sorgo

O desenvolvimento da cultura de sorgo pode tornar-se limitado para um grande número de doenças, se as condições ambientais forem favoráveis ao patógeno e a cultivar for suscetível. Dependendo do ano e da região onde o sorgo é cultivado, pode ocorrer o ataque de patógenos causadores de doenças foliares, da panícula e de doenças sistêmicas, além de fungos de solo causadores de podridões radiculares e viroses.

Na Tabela 7.2 é apresentada uma lista das principais doenças que afetam a cultura do sorgo no Brasil e com o nome científico do seu respectivo agente causal.

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

Nome da doença	Agente causal
Antracnose	<i>Colletotrichum graminicola</i>
Fungo-de-armazenamento	<i>Aspergillus</i> spp.
<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Claviceps africana</i>
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; Tombamento	<i>Fusarium moniliforme</i>

Podridão-cinzenta-do-caule; Podridão-seca-do-colmo	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Fungo-de-armazenamento	<i>Peronosclerospora sorghi</i>
Penicillium spp.	<i>Puccinia purpurea</i>
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>

A antracnose tem sido, nos últimos anos, a mais importante doença da cultura do sorgo 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, que ocorre nos plantios tardios, 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 semeaduras de safrinha, quando a cultura enfrenta situações de deficiência hídrica, condição que é, também, favorável ao desenvolvimento do patógeno.

7.2.1 Medidas gerais de controle de doenças

A cultura do sorgo possui uma diversidade de usos nos diversos ambiente em que é cultivada, colocando constantemente a sua resistência genética em evidência aos patógenos, tornando-as suscetíveis. A erradicação completa de um patógeno de uma determinada região é praticamente impossível do ponto de vista biológico, mas a redução significativa da quantidade de inóculo é possível integrando com as práticas de manejo da cultura, a resistência genética e o controle químico. Entre as práticas culturais se destaca a rotação de culturas, eliminação de hospedeiros alternativos e das plantas daninhas e da semeadura de cultivares resistente ou tolerante. A eliminação do capim massambará (*Sorghum halepense*) 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, bem como a utilização de níveis adequados de adubação, sementes de qualidade e a semeadura na época recomendada 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 medidas mais comum e, ao mesmo tempo, mais eficiente para controle de doenças. Empregada há mais de um século e 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 tornar-se suscetível, 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 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. A estratégia para obter cultivares resistentes é a combinação de dois ou mais genes para conferir a resistência estável e dilatária, conhecida também por resistência vertical e horizontal respectivamente. Esta última pode ser empregada para várias raças do fungo e com eficiência na redução da severidade da doença quando resistência vertical não controlar mais a doença.

Isolados virulentos de determinada população de *C. graminicola* associada a determinados genótipos tem sido coletados, identificados e estudados as raças e os genes da resistência vertical a este patógeno. Para as novas gerações de linhagens serão incorporadas por meio de piramidamento os genes de resistência. Essa “pirâmide contra a associação de virulência” tem permitido a obtenção de híbridos de sorgo de elevada resistência a *C. graminicola*.

Outra medida de controle de doenças do sorgo é o uso de fungicidas. Esse método é aconselhável, principalmente em lavoura com histórico, condições ambientais favoráveis e com cultivo de materiais suscetíveis a doença. A decisão dependerá do seu grau de eficiência, viabilidade econômica e da exequibilidade. 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 a ser determinado pela assistência técnica.

Tabela 7.3 Fungicidas com registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para tratamento de sementes de milho.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Formulação ¹	Concentração (g/L ou kg)	Dose para 100 kg de sementes	Classe toxicológica ³	Fungos controlados	Empresa registrante
Captan 200 FS	Captana (dicarboximida)	SC	200	375 mL p.c2.	I	<i>Pythium</i> spp., <i>Rhizoctonia solani</i>	Millenia.
Captan 500 TS	Captana (dicarboximida)	WP	500	300 g p.c.	II	<i>Fusarium moniliforme</i>	FERSOL
Captan 750 TS	Captana (dicarboximida)	DP	750	160 g p.c.	I	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Stenocarpella maydis</i> , <i>Pythium</i> spp.	ARYSTA
Derosal Plus	Carbendazim + Tiram	SC	150+350	200-300 mL p.c.	III	<i>Fusarium moniliforme</i> ; <i>Aspergillus flavus</i> ; <i>Helminthosporium maydis</i> ; <i>Penicillium oxalicum</i>	Bayer S.A.
Vitavax –Thiram 200	Carboxina + Tiram	SC	200+200	250-300 mL p.c.	I	<i>Acremonium strictum</i> , <i>Aspergillus</i> spp., <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Penicillium oxalicum</i>	Chemtura
Maxim	Fludioxonil	SC	25	150 mL p.c.	IV	<i>Fusarium moniliforme</i> <i>Stenocarpella maydis</i>	Syngenta
Maxim XL	Fludioxonil+ Metalaxil-M	SC	25+10	100 - 150 mL p.c.	III	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Pythium aphanidermatum</i>	Syngenta

¹Formulação: SC - Suspensão Concentrada; DP - PÓ SECO; WP - Pó Molhável; SC - Suspensão Concentrada. ²p.c. - Produto comercial; ³I - Extremamente tóxico, II - Altamente tóxico, III - Medianamente tóxico, IV - Pouco tóxico.

Tabela 7.4 Fungicidas com registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle de doenças da parte aérea de milho.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Formulação ¹	Concentração (g/L ou kg)	Dose p.c. ² (L.ha ⁻¹)	Classe toxicológica ³	Fungos controlados	Empresa registrante
Abacus HC	Epoxiconazol+piraclostrobina	SC	200	0,25 L	III	Puccinia polysora, Puccinia sorghi, Phaeosphaeria maydis	Basf S.A.
Comet	Piraclostrobina	EC	250	0,6 L	II	Puccinia polysora, Phaeosphaeria maydis	Basf S.A.
Opera	Piraclostrobina + Epoxiconazol	SE	133 +50	0,75 L 0,75 L 0,5 L	II	Puccinia polysora, Phaeosphaeria maydis Cercospora zeae-maydis	Basf S.A.
Egan	Tebuconazol	EC	200	1 L	I	Puccinia polysora, Puccinia sorghi	Consagro Agroquímica Ltda.
Constant	Tebuconazol	EC	200	1 L	III	Exserohilum turcicum, Puccinia polysora, Puccinia sorghi, Cercospora zeae maydis	Bayer S.A
Elite	Tebuconazol	EC	200	1 L	III	Exserohilum turcicum, Puccinia polysora, Puccinia sorghi	Bayer S.A
Elatus	Azoxistrobina + Benzovindifupyr	WC		100g	I	Puccinia polysora	Syngenta
Stratego 250 EC	Trifloxistrobina+ Propiconazol	EC	125 + 125	0,6-0,8 L	II	Puccinia sorghi, Puccinia maydis Phaeosphaeria maydis Cercospora zea-maydis	Bayer S.A.
Eminent 125 EW	Tetraconazol	EW	75-100	0,6-0,8 L	II	Puccinia polysora, Phaeosphaeria maydis Cercospora zeae-maydis	Arista
Nativo	Tebuconazole + Trifloxistrobina	SC	100 + 200	0,6 - 0,75 L	III	Phaeosphaeria maydis, Cercospora zea-maydis	Bayer S.A.
Azimut	Azoxistrobina + Tebuconazol	SC	120 + 200	0,5 L	II	Cercospora zea-maydis, Phaeosphaeria maydis, Puccinia polysora	Milienia
Propiconazole Nortox	Propiconazol	EC	250	1,0 L	I	Puccinia polysora Puccinia sorghi Exserohilum turcicum	Nortox S.A.

¹Formulação: EC - Concentrado Emulsionável; SE - Suspo/Emulsão; SC - Suspensão Concentrada. ²p.c. - Produto comercial; ³I - Extremamente tóxico, II - Altamente tóxico, III - Medianamente tóxico.

Tabela 7.4 Continuação.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Formulação ¹	Concentração (g/L ou kg)	Dose p.c. ² (L.ha ⁻¹)	Classe toxicológica ³	Fungos controlados	Empresa registrante
Folicur 200 EC	Tebuconazol	EC	200	1 L	III	Puccinia polysora, Puccinia sorghi, Exserohilum turcicum	Bayer S.A.
Stratego 250 EC	Trifloxistrobina+ Propiconazol	EC	125 + 125	0,6-0,8 L	II	Puccinia sorghi, Puccinia maydis Phaeosphaeria maydis Cercospora zea-maydis	Bayer S.A.
Eminent 125 EW	Tetraconazol	EW	75-100	0,6-0,8 L	II	Puccinia polysora, Phaeosphaeria maydis Cercospora zea-maydis	Arista
Nativo	Tebuconazole + Trifloxistrobina	SC	100 + 200	0,6 - 0,75 L	III	Phaeosphaeria maydis, Cercospora zea-maydis	Bayer S.A.
Azimut	Azoxistrobina + Tebuconazol	SC	120 + 200	0,5 L	II	Cercospora zea-maydis, Phaeosphaeria maydis, Puccinia polysora	Milenia
Propiconazole Nortox	Propiconazol	EC	250	1,0 L	I	Puccinia polysora Puccinia sorghi Exserohilum turcicum	Nortox S.A.
Erradicur	Tebuconazol	EC			I		GENBRA
Odin 430 SC	Tebuconazol	SC			III		Rotam do Brasil
Opera Ultra	Metconazol + piraclostrobina	EC			I		Basf A.S.
Pladox	Epoxiconazol + piraclostrobina	SE			II		Basf A.S.
Priori top	Azoxistrobina + difenoconazol	SC			II		Syngenta
Produtor br	Tebuconazol	EC			I		Ouro Fino Quimica
Prospect	Epoxiconazol + piraclostrobina	SE			II		Basf A.S.
Rival 200 EC	Tebuconazol	EC			I		NUFARM Industria
Solist 430 SC	Tebuconazol	SC			III		Rotam do Brasil
Tebuconazole CCAB 200 EC	Tebuconazol	EC			I		CCAB Agro S.A.
Tebufort	Tebuconazol	EC			I		
Triade	Tebuconazol	EC			II		Bayer S.A.

¹ Formulação: EC - Concentrado Emulsionável; EW - Emulsão óleo em água; SC - Suspensão Concentrada; .?p.c. – Produto comercial. ³ I - Extremamente tóxico, II - Altamente tóxico, III - Medianamente tóxico.

Tabela 7.5 Fungicidas com registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para tratamento de sementes de sorgo.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Formulação ¹	Concentração (g/L ou g/kg)	Dose para 100 kg de sementes	Classe toxicológico-ca ³	Fungos controlados	Empresa registrante
Captan 200 FS	Captana (dicarboximida)	SC	200	375 mL p.c. ²	I	Pythium spp, Rhizoctonia spp.	Milenia
Captan 750 TS	Captana (dicarboximida)	DP	750	160 g p.c.	I	Fusarium moniliforme, Phoma sorghina, Cladosporium cladosporioides, Alternaria tenuissima, Alternaria alternata, Colletotrichum graminicola, Exserohilum turcicum, Fusarium moniliforme, Rhizopus spp., Aspergillus spp.	ARYSTA
Maxim XL	Fludioxonil+ Metalaxil-M	SC	25 + 10	100 mL p.c.	III	Fusarium moniliforme, Rhizoctonia solani, Pythium aphanidermatum, Colletotrichu graminicola, Aspergillus spp., Rhizoctonia solani, Penicillium spp.	Syngenta

¹Formulação: SC - Suspensão Concentrada; DP - PÓ SECO; ²p.c. - Produto comercial. ³ I - Extremamente tóxico, III - Medianamente tóxico.

Tabela 7.6 Fungicidas com registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle de doenças da parte aérea de sorgo.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Formulação ¹	Concentração (g/L)	Dose p.c. ² (L/ha)	Classe toxicológica ³	Fungos controlados	Empresa registrante
Elite	Tebuconazol	EC	200	1 L	III	Claviceps africana	Bayer S.A.
Constant	Tebuconazol	EC	200	1 L	III	Claviceps africana	Bayer S.A.
Folicur 200	Tebuconazol	EC	200	1 L	III	Claviceps africana	Bayer S.A.
Tebuconazole CCAB 200EC	Tebuconazol	EC	200	1 L	I	Claviceps africana	CCAB AGRO S.A.
Triade	Tebuconazol	EC	200	1 L	III	Claviceps africana	Bayer S.A.

¹Formulação: CE - Concentrado Emulsionável, ²p.c. - Produto comercial. ³ I - Extremamente tóxico, III - Medianamente tóxico

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 polífago, 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” improdutivo. 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 improdutivo. 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*

Tripes-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-esverdeada ou azul-esverdeada, com manchas negras na área ao redor dos sífúnculos, 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 viroses, 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 abdômen 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 três a quatro 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, ocasiona 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 prodrídões.

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 parasitoides 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, sementeiras após gramíneas dessecadas podem favorecer a infestação de tripes, assim como após pastagens, pode aumentar a possibilidade de ocorrência de cigarrinhas, gafanhotos, tripes 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 sementeira 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 sementeira. 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 10% (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. Para supressão populacional da lagarta do cartucho, lagarta-rosa e lagarta da espiga, podem ser utilizados cultivares com a tecnologia *Bt* (Tabela 8.5).

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 sementeiras 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-metilico), 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

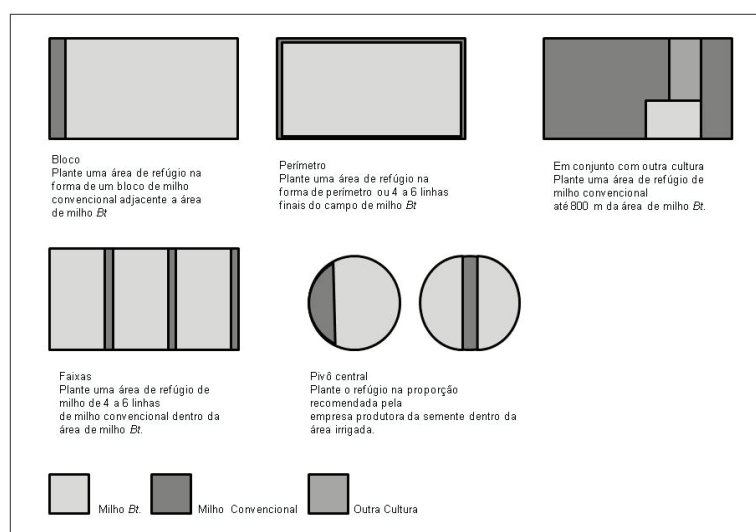
O objetivo do refúgio é preservar a eficiência e, conseqüentemente, os benefícios da tecnologia do milho *Bt*, mantendo uma população de pragas-alvo sensível às proteínas, inseticidas do milho *Bt*. O refúgio pode, portanto ser definido como sendo uma área na qual a praga-alvo tenha condições de sobrevivência 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*.

Figura 8.1 Opções de configuração de área de refúgio para o cultivo de cultivares de milho com tecnologia *Bt*. (verde claro é Milho *Bt* e o verde escuro Milho Convencional)



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

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.

Tabela 8.1 Inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle das principais pragas da cultura do milho (Fonte: Agrofit, julho 2013).

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					
Agrotis ipsilon (Lagarta-rosca)										
Carbosulfano	300	-	Fenix Star	-	-	1,5	FS	II	S	FMC Química do Brasil Ltda
	15	30	Galgotrin	250	1.600	0,06	EC	II	C,I	Chemotecnica do Brasil Ltda
Cipermetrina	250	30	Cipermetrin 250 EC CCAB			0,06	EC	I	S	CCAB Agro S. A.
	480	21	Capataz BR	> 300	> 2.000	1	EC	I	C,I	Ouro Fino Química Ltda
Clorpirifós	480	21	Lorsban 480 BR	197	> 2.000	1	EC	II	C,I	Dow grosclences Ind. Ltda Ind. Ltda
	480	21	Vexter	332	> 3.000	1	EC	II	C,I	
	30	15	Karate Zeon 50 CS	18,5	> 3.000	0,6	CS	III	C,I	
Lambda-cialotrina	25	15	Karate Zeon 250 CS	64	632	0,1	CI	III	C,I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	50	15	Lecar	340	> 3.000	0,5	CS	III	C	
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
Daibulus maidis (Cigarrinha-do-milho)										
Clotianidina	240	-	Inside	> 500	> 4.000	0,4	FS	III	S	Sumitomo Chemical do Brasil Ltda
	60	-	Poncho⁵	-	-	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	
	360	-	Imidacloprid 600 FS	< 2.000	> 4.000	0,8	FS	III	C	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas Ltda
	480	-	Imidacloprid Nortox	2.000	>4.000	1	SC	II	S	
Imidacloprido	480	-	Much 600 FS	> 300 e < 2.000	> 4.000	0,8	FS	III	S	Consagro groquímica Ltda
	480	-	Picus	1.113	> 2.000	0,8	FS	III	S	Cheminova Brasil Ltda
	360	-	Saluzi 600 FS	< 2.000	> 4000	0,6	FS	III	S, C, I	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA.
	480	-	Siber	> 200 e < 2.000	> 4.000	0,8	FS	III	S	Bayer S. A.
	28	-	Adage 350 FS	> 3.000	> 4.000	0,08	FS	III	S	
Triatometoxam	105	-	Adage 700 WS	2.918	> 5.000	0,15	DS	III	S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	140	30	Cruiser 350 FS	> 3.000	> 4.000	0,4	FS	III	S	
	105	30	Cruiser 700 WS	2918	5.000	0,15	WS	III	S	

Deois flavopicta (cigarrinha-das-pastagens)									
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					
Bifentrina + imidacloprido	-	Rocks	> 300 e < 2.000	> 4.000	FS	III	S, C, I	FMC Química do Brasil Ltda	
Carbofurano	30	Diaturan 50	185	> 4.000	GR	I	S		
Carbosulfano	-	Fenix	-	-	FS	II	S		
	-	Adage 350 FS	> 3.000	> 4.000	FS	III	S		
	-	Adage 700 WS	2.918	> 5.000	DS	III	S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda	
	-	Gaucho FS	-	-	FS	III	S, C, I	Bayer S. A.	
	-	Gaucho 600 A	-	-	SC	III	S, C, I		
	-	Imidacloprid 600 FS	< 2.000	> 4.000	FS	III	C	Rotam do Brasil agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA	
	-	Imidacloprid Nortox	2.000	> 4.000	SC	II	S		
	-	Much 600 FS	> 300 e < 2.000	> 4.000	FS	III	S	Consagro agroquímica Ltda	
	-	Picus	1113	> 2.000	FS	III	S	Cheminova Brasil LTDA.	
	-	Saddler 350 SC	175	> 5.050	SC	I	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA	
	-	Saluzi 600 FS	< 2000	> 4000	FS	III	S, C, I		
	-	Siber	> 200 e < 2.000	> 4.000	FS	III	S	Bayer S. A.	
Imidacloprido + tiodicarbe	-	Cropstar	200	> 4000	FS	II	S, C, I		
	30	Cruiser 350 FS	2.918	> 5.000	SC	III	S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda	
	30	Cruiser 700 WS	-	-	WS	III	S		
	-	Semevin 350	-	-	FS	I	-	Bayer S. A.	
	-	Tiodicarbe 350 SC	175	> 5.050	SC	I	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA	
	-	Thiodi	-	-	SC	I	-	ALLIERBRASIL AGRO LTDA.	
Diabrotica speciosa (Vaquinha, larva-alfinete)									
	-	Seizer 100 EC	> 300	> 4000	EC	III	C, I	Milenia Agrociências Ltda	
	-	Capture 400 EC	-	-	EC	II	C, I	FMC Química do Brasil Ltda	
	21	Astro®	275	> 2.000	EW	III	C, I	Bayer S. A.	
	21	Sabre®	197	> 2.000	EW	III	C, I	Dow grosciences Ind. Ltda	

Inseto/Inseticidas	Ingrediente Ativo			Produto Comercial					
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral	Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form. ²	C.T. ³	m.A. ⁴	Registrante
Fipronil	80	-	Fipronil Nortox 800 WG	> 50 - 300	0,1	WG	I	C, I	Nortox S. A.
	80	25	Fipronil 800WG DVA	2.488	0,1	WG	I	C, I	UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A.
	80	-	Instal 800 WG	-	0,1	WG	I	C, I	ALLIERBRASIL AGRO LTDA.
	80	30	Marathon 800 WG	-	0,1	WG	I	C, I	ALLIERBRASIL AGRO LTDA.
	80	-	Regent 800 WG ⁶	-	0,1	WG	II	C, I	Basf S.A.
Imidacloprido	78	-	Singular BR	300	0,13	SC	I	C, I	OURO FINO QUÍMICA LTDA.
	122,5	-	Gaúcho ⁵	450	0,7	WS	IV	SC, I	Bayer S. A.
Terbufós	1.950	-	Counter 150G	1,3	1,1	GR	I	S	AMVAC do Brasil Representações Ltda
Dicheops melacanthus (percevejo-barriga-verde)									
Bifentrina + midacloprido	15 + 75	30	Galli SC	> 300 < 2.000	0,3	SC	II	C, S	Milênia agrocências S. A.
	210	-	Inside	>500	0,35	FS	III	S	Sumitomo Chemical do Brasil Ltda
Clotianidina	52,5	-	Poncho	-	0,35	FS	III	S	Bayer S. A.
Cipermetrina + tiametoxam	66 + 33	30	Alika	> 310	0,3	EC	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	450	-	Imidacloprido 600 FS	-	0,75	FS	III	C	Rotam do Brasil agroquímica e Produtos agrícolas LTDA
Imidacloprido + tiocicabe	45 + 135	-	Cropstar	200	0,3	FS	II	C, I, S	Bayer S. A.
	75 + 9,3	-	Connect	941	0,75	SC	II	C, I, S	Bayer S. A.
Lambda-cialotrina	15	15	Karate Zeon 50 CS	18,5	0,3	CS	III	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	35,25 + 26,5	40	Lecar	340	0,3	CS	III	C	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Tiametoxam + lambda-cialotrina	44 + 22	30	Eforia	310,2	0,2	SC	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	28,2 + 21,2	40	Ergego Pleno	778	0,2	EC	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Diflubenzuron (coró-das-pastagens)	44 + 22	30	Platinum Neo	310,2	0,2	SC	III	C, I, S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	30	-	Capture 120 FS	-	1	FS	II	C, I	FMC Química do Brasil Ltda
Fipronil	80	-	Fipronil Nortox 800 WG	50-300	0,1	WG	I	C, I	Nortox S. A.
	80	-	Instal 800 WG	-	0,1	WG	I	C, I	ALLIERBRASIL AGRO LTDA.
Fipronil	80	-	Marathon 800 WG	-	0,1	WG	I	C, I	ALLIERBRASIL AGRO LTDA.
	80	-	Regent 800 WG	-	0,1	WG	II	C, I	Basf S.A.

Inseto/Inseticidas	Ingrediente Ativo				Produto Comercial			
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form. ²	C.T. ³	m.A. ⁴	Registrante
	150	-	Futur 300 ⁵	39,1 > 2.000	2 SC	I	-	Bayer S. A.
	700	-	Saddler 350 SC	175 5.050	2 SC	I	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	175	-	Semevin 350 ⁵	39,1 > 2.000	2 SC	I	-	Bayer S.A.
Tiodicarbe	700	-	Thiodi	-	2 SC	I	-	ALLIERBRASILAGRO LTDA
	700	-	Tiodicarbe 350 SC	175 5.050	2 SC	I	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
<i>Elaenopinus ignosellus</i> (lagarta-elasma)								
Abamectina	35	-	Avicta 500 FS	98,11 > 5.000	0,07 FS	I	S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Acetamiprido	140	-	Pirâmide	-	0,2 WP	III	S	Iharabras S.A.
	175	-	Carboran Fersol 350 SC ⁵	13 > 1.000	2 SC	I	S	Fersol Ind. Com. S.A.
	1.500	30	Diafuran 50	13 > 1.000	30 GR	I	S	
	1.400	30	Furadan 350 SC	13 > 1.000	4 SC	I	S	
Carbofurano	1.500	30	Furadan 50 G	13 > 1.000	30 GR	III	S	
	174	-	Furazin 310 FS ⁵	13 > 1.000	2,25 SC	I	S	FMC Química do Brasil Ltda
	700	-	Ralzer 350 TS ⁵	15,6 170	2 FS	I	S	
	175	-	Fenix	-	2,8 FS	II	S	
Carbosulfano	250	-	Fenix Star	-	1,25 LS	II	S	
	125	-	Marzinc 250 DS ⁵	-	2 DS	II	S	
	480	21	Lorsban 480 BR	197 > 2.000	1 EC	II	C,I	Dow Agrosciences Ind. Ltda
Clorpirifós	480	21	Vexter	197 > 2.000	1 EC	II	C,I	
	50	-	Amulet	659,55 911	0,2 FS	III	C,I	
	12,5	-	Belure	659,55 911	0,05 FS	III	C,I	
	50	-	Standak	659,55 911	0,2 SC	III	C,I	Basf S.A.
	12,5	-	Source	659,55 911	0,05 FS	III	C,I	
Fipronil + tiotianato-metilico + piraclostrobina	25+ 22,5+2,5	-	Source Top	-	0,1 FS	I	C, I, S, P	
Imidacloprido – tiodicarbe	52,5+ 157,5	-	Cropstar	200 > 4000	0,35 FS	II	C, I, S	Bayer S. A.
	28	-	Adage 350 FS ⁵	> 3.000 > 4.000	0,08 ⁷ FS	III	S	
	210	-	Adage 700 WS ⁵	2.918 > 5.000	0,3 DS	III	S	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	52	-	Cruiser 350 FS ⁵	3.000 > 4.000	0,6 SC	III	S	
	52	-	Cruiser 700 WS ⁵	2.918 5.000	0,3 WS	III	S	

Inseto/Inseticidas		Ingrediente Ativo				Produto Comercial			
Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral Dérmica	Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form. ²	C.T. ³	M.A. ⁴	Registrante	
150	-	Futur 300 ⁵	39,1	> 2.000	2	SC	III	S	Bayer S. A.
700	-	Saddler 350 SC	175	> 5.050	2	SC	I	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
175	-	Semevin 350 ⁵	39,1	> 2.000	2	SC	III	S	Bayer S. A.
700	-	Thiodi	-	-	2	SC	I	-	ALLIERBRASILAGRO LTDA
525	-	Tiodicarbe 350 SC	175	> 5.050	1,5	SC	I	S	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
Frankliniella williamsi (trips-do-milho)									
210	-	Inside FS	> 500	> 4.000	0,35	FS	III	S	Sumitomo Chemical do Brasil Ltda
	-	Poncho	-	-	0,35	FS	III	S	Bayer S. A.
478,5 + 391,5	-	Rocks	> 300 e < 2.000	> 4.000	2,9	FS	III	C, I, S	FMC Química do Brasil Ltda
45 + 135	-	Cropstar	200	> 4.000	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	
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	
120	-	Gaúcho FS	-	-	0,8	FS	III	C, I, S	Bayer S. A.
120	-	Gaúcho 600 A	-	-	0,8	SC	III	C, I, S	
480	-	Much 600 FS	> 300 e < 2.000	> 4.000	0,8	FS	III	S	Consagro Agroquímica Ltda
480	-	Picus	1113	> 2.000	0,8	FS	III	S	Cheminova Brasil LTDA.
360	-	Imidacloprid Nortox	2.000	> 4.000	0,75	SC	II	S	Nortox S. A.
480	-	Imidacloprid 600 FS	< 2.000	> 4.000	0,8	FS	III	C	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
480	-	Saluzi 600 FS	< 2.000	> 4.000	0,8	FS	III	S, C, I	
480	-	Siber	> 200 e < 2.000	> 4.000	0,8	FS	III	S	Bayer S. A.
Mocis latipes (lagarta-dos-capinzais)									
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
288	21	Vexter	197	> 2.000	0,6	EC	II	C, I	

Rhopalosiphum maidis (pulgão-do-milho)									
Ingrediente Ativo					Produto Comercial				
Inseto/Inseticidas	Dose (g/ha)	Carência¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral Dérmica	Dose (kg. L/ha, ou /100kg sementes)	Form.²	C.T.³	M.A.⁴	Registrante
Clotianidina	240	-	Inside	> 500	0,4	FS	III	S	Sumitomo Chemical do Brasil repres. Ltda
	240	-	Poncho	-	0,4	FS	III	S	
	240	-	Gaucho 600 A	-	0,4	SC	III	S	Bayer S. A.
	240	-	Gaucho FS	< 2.000	0,4	FS	III	C, I, S	
Imidacloprido	240	-	Much 600 FS	> 300 e < 2.000	0,4	FS	III	S	Consagro Agroquímica Ltda
	480	-	Picus	1113	0,8	FS	III	S	Cheminova Brasil LTDA.
	36	-	Siber	> 200 < 2.000	0,06	FS	III	S	Bayer S. A.
Imidacloprido + tiocarbe	45 + 135	-	Cropstar	200	0,3	FS	II	C, I, S	
Spodoptera frugiperda (Lagarta-do-cartucho)									
Acetamiprido	40	-	Pirâmide	-	0,2	WP	III	S	Iharabras S. A.
Acetato de (Z)-11- hexadecenila + acetato de (Z)-7- dodecenila + acetato de (Z)-9-tetradecenila	-	-	Bio Spodoptera	-	1 armadilha a cada 5 ha	-	-	-	Bio Controle – Métodos de Controle de Pragas Ltda
Alfa-cipermetrina + triflubenziurum	12,75 + 12,75	45	Imunit	1807	0,17	SC	III	C, I	Basf S.A.
Alfa-cipermetrina	5	21	Fastac 100 SC	-	0,05	SC	III	C, I	
<i>Bacillus thuringiensis</i>	12,8	10	Thuricide	>13.000	0,4	WP	IV	I	Bio Controle
	5	20	Bulldock 125 SC	941	0,04	SC	II	C, I	Bayer S. A.
Beta-ciflutrina	5	20	Ducat	941	0,1	EC	II	C, I	Cheminova do Brasil Ltda
	5	20	Full	941	0,1	EC	II	C, I	
	5	20	Turbo	941	0,1	EC	II	C, I	Bayer S. A.
Beta-ciflutrina + triflumurom	3,4 + 24,48	28	Thorn	2.500	0,85	SC	III	C, I	
Beta-cipermetrina	10	7	Akito	625	0,1	EC	II	C, I	Arysta Lifesciences do Brasil
Bifentrina	40	20	Hero	> 300	0,2	EC	I	C	FMC Química do Brasil Ltda

Inseto/Inseticidas	Ingrediente Ativo				Produto Comercial					
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral / Dêrmica	Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form. ²	C.T. ³	m.A. ⁴	Registrante	
Carbofurano	175	-	Carboran Fersol 350 SC ⁵	13	> 1.000	2	SC	I	S	Fersol Ind. Com.
	1.500	30	Diaturan 50	13	> 1.000	30	GR	I	S	
	1.500	30	Furadan 50 GR	13	> 1.000	30	GR	III	S	FMC Química do Brasil Ltda
	16	30	Arrivo 200 EC	250	1.600	0,08	EC	III	C, I	
	12,5	30	Cipermetrin 250 EC CCAB	-	-	0,05	EC	I	S	CCAB Agro Ltda.
Cipermetrina	38,4	30	Cipermetrina Fersol 100 EC	-	-	0,1	EC	II	C, I	Fersol Ind. Com.
	15	30	Cipermetrina Nortox 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	Nufarm Ind. Qui. Farm. S.A.
	12,5	30	Galgotrin	> 3.000	12.000	0,05	EC	II	C, I	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	
	40	30	Luzindo	-	-	0,2	SC	I	S, C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Clorantraniliprole + lambedacloprina	20	14	Premio	> 5.000	> 5.000	0,1	SC	III	C, I	Du Pont do Brasil S.A.
	10 + 5	15	Ampligo	550	> 5.000	0,1	SC	II	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Clorantraniliprole + tiаметoxam	10 + 20	30	Povalis	-	-	0,2	SC	I	S, C, I	
	120	45	Pirate	315	> 2.000	0,5	SC	III	C, I	Basf S.A.
Clorfluzuron	7,5	14	Atabron 50 EC	-	-	0,15	EC	I	Isq	ISK Biosciences do Brasil Defensivos Agrícolas Ltda

Inseto/Inseticidas	Ingrediente Ativo				Produto Comercial					
	Dose (g/ha)	Carência* (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral / Dêrmica	Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form. ²	C.T. ³	M.A. ⁴	Registrante	
	135	21	Astro	197	> 2.000	0,3	EW	III	C, I	Bayer S. A.
	192	21	Capataz BR	> 300	> 2.000	0,4	EC	I	C, I	Ouro fino Química Ltda
	192	21	Catcher 480 EC	293	> 4.000	0,4	EC	I	C, I	Cheminova do Brasil
	192	21	Clorpirifós Fersol 480 EC	322	4592	0,4	EC	I	C, I	Fersol Ind. Com.
	192	21	Clorpirifós Sabero 480 EC	-	-	0,4	EC	I	C, I	Sabero Organics América S. A.
Clorpirifós	192	30	Curinga	> 4.000	> 4.000	0,4	EC	I	C, I	Milenia Agrociências Ltda
	192	21	Klorpan 480 CE	197	> 2.000	0,4	EC	I	C, I	Nufarm Ind. Quí. Farm. S. A.
	192	21	Lorsban 480 BR	197	-	0,4	EC	II	C, I	Dow Agrosiences Ind. Ltda Ltda.
	192	21	Nufos 480 EC	293	> 4.000	0,4	EC	I	C, I	Cheminova do Brasil Ltda.
	192	21	Pitcher 480 EC	293	> 4.000	0,4	EC	I	C, I	Cheminova do Brasil Ltda.
	192	21	Pyrinex 480 EC	50	> 1.000	0,4	EC	I	C, I	Milenia Agrociências Ltda Agrociências S. A.
	135	21	Sabre	275	1.444	0,3	EW	III	C, I	Dow Agrosiences Ind. Ltda
	192	21	Vexter	197	> 2.000	0,4	EC	II	C, I	Dow Agrosiences Ind. Ltda
	25	7	Ciclone	-	-	0,5	SC	III	-	Arysta Lifescience do Brasil
	25	7	Matric	-	-	0,5	SC	III	-	Arysta Lifescience do Brasil
	4	1	Decis Ultra 100 EC	> 6.000	> 12.000	0,04	EC	I	C, I	Bayer S. A.
	5	1	Decis 25 EC	-	-	0,2	EC	III	C, I	Bayer S. A.
	2,5	1	Dominador	-	-	0,05	SC	IV	C, I	Milenia Agrociências S. A.
	5	1	Keshet 25 CE	-	-	0,2	EC	I	C, I	Milenia Agrociências S. A.
Deltametrina + triazofos	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. Quím. do Brasil Ltda
	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	Helm do Brasil
	24	28	Dimilin 80 WG	> 5.000	> 2.000	0,03	WG	III	Isq	Helm do Brasil
	25	60	Du Din	-	-	0,1	WG	I	Isq	Chemtura Ind. Quím. do Brasil Ltda
	24	60	Du Dim 80 WG	> 5.000	> 2.000	0,03	WG	III	Isq	Chemtura Ind. Quím. do Brasil Ltda
	25	60	Impressive 250 WP	> 2.000	> 2.000	0,1	WP	I	C, I	Consagro Agroquímica Ltda.
	25	60	Kode 250 WP	-	-	0,1	WP	I	Isq	Cropchem Ltda
	25	60	Login	5.000	> 2.000	0,1	WG	I	Isq	DVA Agro do Brasil
	25	60	TrulyMax	-	-	0,1	WG	I	Isq	SINON do Brasil Ltda.
Enxofre	800	-	Kumulus DF	-	-	1	WG	IV	C	Basf S. A.

Inseto/Inseticidas	Ingrediente Ativo				Produto Comercial				
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral Dérmica	Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes)	Form. ²	C.T. ³	M.A. ⁴	Registrante
Estenvalerato	15	26	Sumidan 25 EC	458	0,6	EC	I	C	Sumitomo Chemical
Espinosade	18	7	Alea	-	0,037	SC	III	NS	Dow Agrosciences Ind. Ltda
	18	7	Tracer	> 5000	> 5000	SC	IV	NS	
Etofenproxi	21	3	Safety	-	0,07	EC	III	C	Iharabras S.A.
	10	-	Trebon 100 SC	-	0,1	SC	IV	C,I	Sipcam Isagro Brasil S.A.
Fenpropatrina	21	7	Danimen 300 EC	72,1	> 2.000	EC	II	C, I	Sumitomo Chemical do Brasil
	22,5	7	Meothrin 300	72,1	> 2.000	EC	I	I	Sumitomo Chemical do Brasil
Flubendiamida	48	20	Belt	> 5.000	> 4.000	SC	III	C, I	Bayer S. A.
	18	15	Fentrol	4.444	> 5.000	CS	III	C, I	Cheminova do Brasil Ltda
Gama-cialotrina	3,75	15	Nexide	2.250	> 5.000	CS	III	C, I	Dow Agrosciences Ind. Ltda
	3,6	15	Stallion 150 CS	2.250	> 5.000	CS	III	C, I	
Imidacloprido + beta-ciflutrina	75 + 9,3	30	Connect	941	> 5.000	SC	II	C, I, S	Bayer S. A.
	45 + 135	-	Cropstar	200	> 4.000	FS	II	-	
Indoxacarbe	60	30	Avault 150	3619	> 5.000	SC	II	C, I	Du Pont do Brasil
	7,5	15	Brasão	-	0,15	CS	II	C	Helm do Brasil Mercantil LTDA
	7,5	15	Jackpot 50 EC	-	0,15	EC	I	C, I	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	7,5	15	Judoka	300	> 2.000	EC	II	C, I	Genbra Distribuidora de Produtos Agrícolas Ltda.
Lambda-cialotrina	7,5	15	Kaiso 250 CS	50	4.000	CG	II	C, I	Nufarm Indústria Química e Farmacêutica S.A.
	7,5	20	Karate Zeon 250 CS	180	> 2.000	CS	III	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	7,5	15	Karate Zeon 50 CS	340	> 3.000	CS	III	C, I	
	7,5	15	Lambda-cialotrina CCAB 50 EC	300	> 2.000	EC	II	C, I	CCAB Agro S. A.
	7,5	15	Lecar	340	> 3.000	CS	III	C	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	7,5	15	Lobster 50 EC	187	> 2.000	EC	I		Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	7,5	15	Toreg 50 EC	> 1.000	-	EC	I	C, I	United Phosphorus do Brasil LTDA.
	7,5	15	Trinca	> 1.000	-	EC	II	C, I	DVA Agro do Brasil
	37,5	15	Trinca Caps	50	> 2.000	CS	II	C, I	
	21,2 +28,2	40	Eforia	310,2	> 2.000	SC	III	S, C, I	
Lambda-cialotrina+	21,2 +28,2	40	Engepo Pleno	310	> 2.000	SC	III	S, C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	21,2 +28,2	40	Platinum Neo	310,2	> 2.000	SC	III	S, C, I	

Inseto/Inseticidas	Ingrediente Ativo			Produto Comercial					
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral	Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes Dérmica	Form. ²	C.T. ³	m.A. ⁴	Registrante
Lufenuron	15	35	Game	-	-	0,3	DT	I	UPL do Brasil Indústria de Insumos Agropecuários S. A.
	15	35	Match EC	> 4.000	> 4.000	0,3	EC	C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Metanol + Metomil	228,95 + 155,82	14	Bazuka 216 SL	13,47	> 4.640	0,597	SL	I	Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	228,18 + 128,52	14	Rotashok	13,47	> 4.640	0,595	SL	I	S, C, I
	129	14	Brilhante BR	50	> 2.000	0,6	SL	I	S, C, I
	129	14	Extreme	130	1.500	0,6	SL	I	S, C
	64,5	14	Lannate BR	130	5.880	0,3	SL	I	C, I
Metomil	129	14	Lannate Express	-	-	0,6	SL	II	Du Pont
	129	14	Majesty	130	1.500	0,6	SL	I	S, C
	129	14	Methomex 215 SL	24	-	0,6	SL	II	s,C,I
	36	7	Intrepid 240 SC	> 5.000	> 5.000	0,15	SC	IV	Milênia Agrociências S. A.
Metoxifenozida	36	7	Valient	> 5.000	> 5.000	0,15	SC	IV	Dow Agrosciences Ind. Ltda
	15	20	Gallaxy 100 EC	> 5.000	> 2.000	0,15	EC	IV	Ae
	10	83	Oregon	> 2.000	> 4.000	0,1	EC	I	Bayer S. A.
	10	83	Ponto	-	-	0,1	EC	I	Milênia Agrociências S. A.
Novaluron	15	83	Rimon 100 EC	> 5.000	> 2.000	0,15	EC	IV	FMC Química do Brasil Ltda
	15	83	Rimon Supra	> 2.000	> 4.000	0,15	ES	III	C, I
	300	15	Folisuper 600 BR	-	-	0,5	EC	I	Milênia Agrociências S. A.
Parationa-metilica	315	15	Paracap 450 CS	-	-	0,7	CS	III	Nufarm Ind. Qui. Farm. S.A.
	38,4	45	Permetrina Fersol 384 EC	-	-	0,1	EC	I	C, I
	38,4	45	Pounce 384 EC	-	-	0,065	EC	III	Fersol Ind. Com.
Permetrina	25	45	Supermetrina Agria 500	-	-	0,05	EC	I	FMC Química do Brasil Ltda
	25	45	Talcord 250 EC	> 6.000	> 6.000	0,1	EC	I	C, I
	200	7	Ofunack 400 EC	-	-	0,5	EC	III	DVA Agro do Brasil
Piridafentiona	72	60	Mimic 240 SC	> 5.000	> 5.000	0,3	SC	IV	Basf S.A.
Tebufenozida	7,5	45	Dart	> 6.000	> 8.000	0,05	SC	IV	Sipcam Isagro Brasil S.A.
	7,5	45	Dart 150	> 6.000	> 8.000	0,05	SC	IV	Iharabras S.A.
Teifubenzuron	7,5	45	Nomolt 150	> 6.000	> 8.000	0,05	SC	IV	Basf S.A.
									Isq

Inseto/Inseticidas	Ingrediente Ativo			Produto Comercial					
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral	Dose (kg, L/ha, ou /100kg sementes) Dérmica	Form. ²	C.T. ³	m.A. ⁴	Registrante
	150	-	Futur 300 ⁵	-	-	2	SC	I	-
	80	30	Larvin	-	-	0,1	WG	I	C, I Bayer S. A.
	80	30	Larvin 800 WG	-	-	0,1	WG	I	C, I
Tiodicarbe	700	-	Saddler 350 SC	175	> 5.050	2	SC	I	S Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	175	-	Semevin 350 ⁵	-	-	2	SC	III	- Bayer S. A.
	700	-	Tiodicarbe 350 SC	175	> 5.050	2	SC	I	S Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	700	-	Thiodi	-	-	2	SC	I	- Allierbrasil Agro Ltda.
Triazofós	120	21	Hostathion 400 BR	-	-	0,3	EC	C, I	C, I
	24	28	Aisystin SC	> 5.000	> 5.000	0,05	SC	IV	Isq Bayer S. A.
	25	28	Aisystin 250 WP	> 5.000	> 5.000	0,1	WP	IV	Isq
Triflumuron	24	28	Certero	> 5.000	> 5.000	0,05	SC	II	Isq
	24	28	Mirza 480 SC	> 2.000	> 4.000	0,05	SC	III	Isq Rotam do Brasil Agroquímica e Produtos Agrícolas LTDA
	24	28	Wasp 480 SC	> 2.000	> 4.000	0,05	SC	III	I
	70	20	Mustang 350 EC	-	-	0,2	EC	II	C, I
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
	20	20	Fury 400 EC	137,5	722,2	0,05	EC	II	C, I

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

² 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 encapsulado; 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; DT = tabletes par aplicação direta; CG = granulado encapsulado.

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

⁴ Modo de ação: Ae = acelerador da ecdisse; 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 mil sementes

Tabela 8.2 Inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle das principais pragas da cultura do sorgo (Fonte: Agrofit, julho 2013).

Inseto/Inseticidas	Ingrediente Ativo				Produto Comercial				
	Dose (g/ha)	Carência ¹ (dias)	Nome	DL50 (mg/kg) Oral / Dérmica	Dose (kg, L/ha, ou /100g sementes)	Form. ²	C.T. ³	M.A. ⁴	Registrante
<i>Elasmopalpus lignosellus</i> (lagarta-elasma)									
Imidacloprido - tiodicarbe	187,5 + 562,5	-	Cropstar	200 > 4.000	1,25	FS	II	-	Bayer S.A.
Fipronil + tiofanato-metilico + piraclostrobina	25 + 22,5 + 2,5	-	Source Top	-	0,1	FS	I	S, C, I, P	Basf S.A.
Tiodicarbe	150	-	Futur 300 ⁵	-	2	SC	III	-	Bayer S.A.
<i>Spodoptera frugiperda</i> (lagarta-do-cartucho)									
Acetato de (Z)-11-Hexadecenila; Acetato de (Z)-7-Dodecenila; Acetato de (Z)-tetradecenila	-	30	Bio Spodoptera	-	¹ armadilha/ 5 ha	-	IV	-	Bio Controle – Métodos de Controle de Pragas Ltda
Deltametrina	5	6	Decis 25 EC	> 6.000	0,2	EC	III	C, I	Bayer S.A.
Clorpirifós	240	21	Lorsban 480 BR	> 197	0,5	EC	II	C, I	Dow Agrosciences Ind. Ltda
Espinosade	14,4	2	Tracer	> 5.000	0,03	SC	IV	NS	
Imidacloprido - tiodicarbe	75 + 225	-	Cropstar	200 > 4.000	0,5	SC	II	-	Bayer S. A. S.A.
Tiametoxam + lambda-cialotrina	21,2+28,2	7	Eforia	> 310,2	0,2	SC	III	S, C, I	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
Tiodicarbe	150	-	Futur 300 ⁵	-	2	SC	III	-	Bayer S. A.
<i>Stenodiplosis sorghicola</i> (mosca-do-sorgo)									
Deltametrina	5	6	Decis 25 EC	> 6.000	0,2	EC	III	C, I	Bayer S.A.
Clorpirifós	297,6	21	Vextor	> 197	0,62	EC	II	C, I	Dow Agrosciences Ind. Ltda

¹ Carência (período entre a última aplicação e a colheita).² Formulação: EC = concentrado emulsionável; SC = suspensão concentrada; UL = ultra baixo volume³ Classe Toxicológica: I = extremamente tóxico; II = altamente tóxico; III = medianamente tóxico e IV = pouco tóxico⁴ Modo de Ação: C = contato; I = ingestão⁵ Tratamento de sementes.

Tabela 8.3 Inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle das pragas de milho armazenado (Fonte: Agrofit, julho 2013).

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	Fermaq	1 pastilha/ton	FF	4 dias	Sc, Sz	I	FERSOL INDÚSTRIA E COMÉRCIO S.A.
Deltametrina	K-Obiol 25 CE	14-80mL/ton	EC	30 dias	Sz, Sc	III	Bayer S. A.
	K-Obiol 2P	500 g/ton	DP		Sz, Sc	IV	
Pirimifós-metílico	Actellic 500 EC	8-16mL/ton	EC	30 dias	Sz, Sc	II	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda
	Prostore 25 EC	16 mL/ton		30 dias	Sz	III	
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, Rd	III	
	Starion 2P	500 g/ton	DP	30 dias	Sz	III	
Fenitrotiona + Estenvalerato	Sumigranplus	15 mL/ton	EC	15 dias	Sz	II	SUMITOMO CHEMICAL DO BRASIL REPRES. LTDA.
Fosfato de alumínio	Detia GAS-EX-B	1 pastilha ou envelope/5,65m ³	FW	4 dias	Sz, Sc	I	DEGESCH DO BRASIL IND. E COM. LTDA.
	Detia GAS-EX-T	10 pastilhas/ m ³	FF	4 dias	Sz, Sc	I	
	Gastoxin S	1 sachet/6 m ³	DP		Sz	I	
	Phostoxim	2 pastilhas/ m ³	FF	4 dias	Sz, Sc	I	
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 = *Sitotroga cerealella*; So = *Sitophilus oryzae*; Sz = *Sitophilus zeamais*; Rd = *Rhizopertha dominica*

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

Modo de ação*	Grupo Químico	Ingrediente Ativo
Inibidores de acetilcolinesterase	Carbamatos	carbofurano, carbofurano, metomil, tiodicarbe
	Organofosforados	clorpirifós, parationa-metilica, pirimifós-metilico, terbufós, triazofós
Antagonistas de canais de cloro mediados pelo GABA	Fenilpirazóis (fiproles)	fipronil
Moduladores de canais de sódio	Piretróides e Piretrinas	alfa-cipermetrina, beta-ciflutrina, beta-cipermetrina, bifentrina, cipermetrina, deltametrina, esfenvalerato, fenpropatrina, gama-cialotrina, lambda-cialotrina, permetrina, zeta-cipermetrina
	Neonicotinóides	acetamiprido, clotianidina, imidacloprido, tiametoxam
Ativadores alostéricos de receptores nicotínicos da acetilcolina	Espinosinas	espinosade
Ativadores de canais de cloro	Avermectinas, Milbemicinas	abamectina
Disruptores microbianos da membrana do mesêntero	<i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i>	
	<i>B. sphaericus</i> e proteínas inseticidas produzidas	subsp. <i>israelensis</i> ; <i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> ; <i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> ; <i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i> ; <i>B. sphaericus</i>
Desacopladores da fosforilação oxidativa via disrupção do gradiente de próton H	Clorpenapir	clorpenapir
	Benzoiluréias	clorfluazurom, diflubenzurom, lufenurom, novalurom, teflubenzurom, triflumurom
Agonistas de receptores de ecdisteróis	Diacilhidrazinas	cromafenozida, metoxifenoazida, tebufenoazida
Moduladores de receptores de rianodina	Diamidas	fubendiamida, clorantraniliprole

*Classificação do Comitê Brasileiro de Ação a Resistência a Inseticidas.

Tabela 8.5 Eventos de milho Bt liberados para cultivo no Brasil (Fonte: CTNBio, Julho, 2013).

Cultura	Proteína Inseticida
Milho	Cry1Ab
	Cry1F
	Cry1A.105/Cry2Ab2
	VIp3Aa20
	Cry1Ab/VIp3Aa20
	Cry1A.105/Cry2Ab2/Cry1F
	Cry1Ab/Cry1F
	Cry1A.105/Cry2Ab2/Cry3Bb1

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 resíduos culturais e com 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⁻¹.

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⁻¹, 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 1970, mas plenamente adotado no início da década de 1990, está baseado na semeadura direta na palha, sem revolvimento de solo e na adoção de sistemas de rotação e de sucessão cultural adequados. Houve redução drástica de perdas de solo, água e nutrientes, como resultado da diminuição da erosão, além da progressiva melhoria das condições físicas, químicas e biológicas 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 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⁻¹, em lavouras de diferentes regiões produtoras do Rio Grande do Sul.

Os efeitos de uma cultura sobre a outra não eram visualizados de forma clara quando havia revolvimento de solo. Já no sistema semeadura direta, há forte reflexo de uma cultura sobre a outra. Os benefícios decorrentes da adoção de sistemas de rotação e sucessão de culturas são devidos à contribuição das culturas anteriores na estruturação e na fertilidade de solo, na ciclagem de nutrientes da resteva e do solo, na rapidez com que a resteva se degrada e aos seus efeitos no 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 implica no cultivo de duas espécies por ano (inverno e verão). A adequação de ciclo de culturas e de cultivares 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 em terras altas incluem as culturas de soja, principalmente, e milho no verão, e de aveia preta como cobertura de solo e/ou para pastejo, 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 semeadura direta, 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 ciclagem 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 semeadura direta. 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 ciclar nutrientes e produzir sementes com facilidade.

9.1 Vantagens e limitações de 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 semeadura direta. Geralmente, a densidade indicada de semeadura é de 100 kg ha⁻¹ de sementes. 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 semeadura direta, 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, especialmente se a época de dessecação da aveia for próxima da semeadura do milho. 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 consequência, o nitrato e o amônio presentes no solo ficam imobilizados. Além disto, a velocidade de liberação de N de 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 desenvolvimento inicial da planta de milho. Para reduzir os efeitos prejudiciais da palha de aveia preta no desenvolvimento do milho cultivado em sucessão existem algumas estratégias de manejo que serão discutidas posteriormente.

As espécies leguminosas de cobertura de inverno têm capacidade de fixar N atmosférico pela simbiose com bactérias específicas. Isto eleva a disponibilidade desse nutriente no solo, tornando as plantas de espécies dessa 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 de ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e que a contribuição média de N dessa espécie é de 120 kg ha⁻¹, variando de 50 a 200 kg ha⁻¹. No entanto, devido à baixa relação C/N, a velocidade de liberação de N de resíduos de leguminosas é muito rápida, quando comparada a espécies da família das 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. A densidade de semeadura indicada é de 90 kg ha⁻¹, aproximadamente.

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 nas condições do Sul do Brasil ocorre entre final de setembro e início de outubro. A semeadura de milho nessa época, especialmente em regiões produtoras em que ocorre deficiência hídrica durante o período mais crítico (duas semanas antes a duas semanas após pendoamento) é de alto risco. A rápida decomposição de resíduos das leguminosas faz com que o solo fique desprotegido logo no início do desenvolvimento das plantas de milho, especialmente na fase inicial de implantação do sistema semeadura direta. Outra consequência dessa rápida decomposição é a menor eficiência de controle cultural de plantas daninhas quando se utiliza esse tipo de cobertura. Portanto, o desenvolvimento de práticas culturais que possibilitem maior tempo de permanência de resíduos de leguminosas na superfície do solo, é importante para viabilizar seu uso como cobertura de solo no inverno. O atraso da época de dessecação para logo após a semeadura do milho é uma alternativa promissora.

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 as culturas em sequência. Deve-se utilizar densidade ao redor de 20 kg ha⁻¹ de sementes de nabo para se obter maior eficiência com o uso de dessecante.

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 para gerar renda. 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, 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 do ponto de vista agrônomo.

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 semeadura direta 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 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 semeadura direta. 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 de 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 regiões mais quentes do Rio Grande do Sul somente em setembro a meados de outubro, o que inviabiliza a semeadura precoce (agosto) de milho em sucessão, que é 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⁻¹ de sementes) e 50% de ervilhaca (45 kg ha⁻¹ 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 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 quantidade de produção de palha para o sistema semeadura direta. Devido à baixa relação C/N de resíduos de nabo forrageiro, o rendimento de grãos de milho aumenta à medida que aumenta a proporção de sementes de nabo nos consórcios com aveia preta. No consórcio aveia preta e nabo forrageiro, o nabo é a espécie dominadora. 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. A proporção de sementes indicada para o consórcio aveia preta e nabo forrageiro é de 50% de aveia (50 kg ha⁻¹ de sementes) e 50% de nabo (10 kg ha⁻¹ de sementes).

Para escolha da espécie de cobertura de solo mais adequada para anteceder o milho, seja em cultivo solteiro ou consorciado, alguns fatores devem ser observados: adaptação da espécie às condições edafo-climáticas da região, disponibilidade de uso de irrigação, tempo de adoção do sistema semeadura direta, época de semeadura indicada para o milho, grau de convicção do produtor na adoção desse sistema e disponibilidade de capital 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 de resíduos de aveia e diminuir o período de imobilização de N pelos microorganismos quimiotróficos na decomposição de sua palhada.

O aumento da dose de N na semeadura de milho em semeadura direta 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 desse nutriente na planta, especialmente em solos mais arenosos e com menor teor de matéria orgânica. A aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura é suficiente para suprir essa deficiência. Outra técnica que poderia 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 influenciam 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 de capim papuã (*Brachiaria plantaginea*), do que 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 temperatura do ar mais elevada.

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 semeadura direta 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 e poáceas em cultivo solteiro e os consórcios de leguminosas e poáceas. Além disto, para cada uma das situações, foi considerado se o rendimento de massa seca 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 de N, para cultivo de milho em sucessão.

Embora, em terras altas, o milho seja uma espécie que tem grande potencial para participar em sistema de semeadura direta, associada a rotação e sucessão de culturas, a sua área de cultivo vem diminuindo ao longo dos últimos 20 anos, em detrimento da expansão da área cultivada com soja.

9.6 Potencialidades e desafios do cultivo de milho em áreas de arroz irrigado

Em áreas de solos hidromórficos, onde se cultiva arroz irrigado (terras baixas), localizadas em sua maioria na metade sul do Estado, praticamente não se cultiva milho, embora esteja disponível 2/3 da área com infraestrutura instalada para a agricultura. Nos Estados Unidos da América do Norte, principalmente no Estado de Arkansas, que é o maior produtor nacional de arroz irrigado, em praticamente toda a área cultivada, exceto nas com topografia mais plana, se adota a rotação com culturas de sequeiro, principalmente com soja, milho e algodão, no verão, e trigo, no inverno, com obtenção de rendimentos altos e estáveis, devido ao uso de irrigação para suprir água quando há deficiência.

Do ponto de vista econômico, constata-se que as áreas de terras baixas podem ser utilizadas mais intensivamente, já que se dispõem de cerca de 5,4 milhões de hectares no Estado. Desses, em torno de três milhões de hectares são utilizados com arroz irrigado, dos quais, anualmente, se cultiva pouco mais de um milhão de hectares. O restante da área é predominantemente utilizada com pecuária de corte extensiva. Mais recentemente, tem-se observado a expansão do cultivo da soja em rotação com arroz irrigado, devido, principalmente, à geração de novas informações técnicas e sua adoção pelos produtores. Outro aspecto econômico favorável ao cultivo de milho em rotação com arroz irrigado é a possibilidade de atração de investimentos para criação de aves e suínos na metade sul do Estado, devida à produção de matéria-prima para formulação de rações para essas criações mais próximo dos locais de sua utilização.

Além dos benefícios técnicos já citados anteriormente para terras altas, o cultivo de milho em rotação com arroz irrigado pode constituir-se em uma importante ferramenta para controle de uma de suas principais causas de redução da produtividade, que é a alta incidência de plantas daninhas, especialmente de arroz vermelho. Isso se

deve à possibilidade de se utilizar herbicidas na cultura do milho, que controlam eficientemente as principais espécies de plantas daninhas da lavoura de arroz irrigado. Inclusive, com o advento do milho RR (resistente ao glifosato), essa eficiência de controle pode aumentar ainda mais, desde que se tomem as precauções necessárias para não se perder os benefícios dessa tecnologia. Tem-se constatado que o uso continuado de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação (herbicidas do grupo das imidazolinonas) na cultura do arroz irrigado tem ocasionado resistência em diversas espécies de plantas daninhas e motivado a busca por sistemas de rotação com as culturas da soja e do milho nessas áreas. Além desse aspecto, é importante salientar que o controle da principal praga da cultura do milho em áreas de arroz irrigado, a lagarta-do-cartucho, ficou facilitado com o desenvolvimento de híbridos com tolerância a insetos (tecnologia Bt), que já estão sendo amplamente utilizados em terras altas.

Embora todas essas perspectivas favoráveis para a introdução de milho em áreas de arroz irrigado, ainda há muitos entraves técnicos e econômicos que têm que ser equacionados para viabilizar seu cultivo. O principal desafio, do ponto de vista econômico, é grande oscilação que se verifica ao longo dos últimos anos dos preços de venda do milho, diferentemente do que ocorre com a soja, e seu maior custo de produção em relação ao da soja. Outro desafio importante para viabilizar o cultivo do milho em áreas de arroz irrigado se relaciona ao fato dos orizicultores não terem experiência com essa cultura, o que pode dificultar a adoção da tecnologia já disponível e da tecnologia a ser gerada em futuros trabalhos de pesquisa.

Tecnicamente, o cultivo de milho em áreas de arroz irrigado só se viabiliza com a adequação da área para provê-la com eficientes sistemas de drenagem e irrigação. Com isso, são equacionados dois dos principais pré-requisitos para o pleno desenvolvimento da cultura, que é muito sensível a estresses, tanto por excesso como por deficiência hídrica. Nesse sentido, um dos principais critérios a serem estabelecidos é a escolha de áreas de arroz irrigado apropriadas para cultivo de milho. Os solos de arroz irrigado (hidromórficos) apresentam, em geral, baixa condutividade hidráulica, que dificulta a drenagem. Assim, num primeiro momento deve-se dar preferência ao uso de áreas com topografia um pouco mais favorável para a drenagem, ou seja, as que não são muito planas. Mesmo nessas áreas, é fundamental dotá-las com um eficiente sistema de drenagem, que deve ser implantado antes e depois da semeadura, que permita o rápido escoamento do excesso hídrico após a ocorrência de precipitações pluviais durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Para uma drenagem eficiente é importante considerar, em cada região arroseira, as características de solo, que são muito variáveis. O estabelecimento de distâncias entre drenos e de profundidade dos mesmos são alguns aspectos que têm que ser estudados. A locação dos drenos deve ser feita com base em um estudo prévio das condições topográficas do terreno. Conhecendo-se a localização das depressões e as declividades, ou seja, o encaminhamento natural das águas, os drenos são locados de modo a proporcionar boa eficiência da drenagem. Os problemas de drenagem localizados devem ser progressivamente minimizados através do uso de plainas, chamadas de niveladoras do solo, para o posterior valetamento da área. O aplainamento do solo é realizado corrigindo-se o microrrelevo, sem alterar a topografia geral do terreno. Como alternativa, a sistematização consiste na uniformização da superfície do terreno, ou seja, aterro das depressões e corte das elevações, e adapta-se a áreas planas (até 0,5% de declividade) e com muitos problemas localizados de drenagem.

Além de prover a área com um sistema eficiente de drenagem, uma técnica que deve ser estimulada é a utilização de camalhões, que podem ser de diversos tamanhos, em cima dos quais se faz a adubação e a semeadura do milho.

O camalhão de base larga é um método de preparação do solo, implementado durante a lavração na época de implantação de culturas de sequeiro (milho, sorgo, soja, etc.) ou pastagens, que permanece sendo utilizado por vários anos. Este sistema adapta-se a áreas planas com declividades uniformes. Consiste na construção de camalhões largos e em sequência, de modo que na junção dos camalhões exista uma depressão, a qual funciona como dreno do talhão. Os camalhões podem ser construídos com o uso de arados de aiveca, arados de discos ou plainas. O sentido de construção dos camalhões é dado pela declividade predominante do terreno. A altura no centro dos camalhões varia de acordo com o objetivo de uso e deve propiciar boa drenagem para as culturas de sequeiro e, ao mesmo tempo, não dificultar as práticas agrícolas mecanizadas e nem acarretar preparo de solo demasiadamente pesado para o cultivo do arroz, no sistema de rotação. O comprimento pode atingir 200 metros (m) e a largura varia com o tipo de solo, de 4 m a 20 m, o suficiente para comportar a largura das semeadeiras ou múltiplos destas. O custo de construção dos camalhões de base larga não difere do custo de preparo convencional da cultura do arroz irrigado, o qual envolve lavração, gradagem, rolagem, e aplainamento.

Camalhões estreitos (de uma ou duas linhas pareadas da cultura) são também denominados de microcamalhões e são construídos com máquinas específicas para essa finalidade. O sulco formado na construção do microcamalhão pode servir como dreno para o excesso hídrico, quando da ocorrência de alto volume de precipitação pluvial. Assim, esforços têm que ser feitos no sentido de adequar a altura e a forma de microcamalhões para melhor desempenho agrônomo do milho.

Outro potencial para cultivo de milho em áreas de arroz é a possibilidade de aproveitar a infraestrutura já existente de irrigação, que pode ser utilizada em períodos de ocorrência de deficiência hídrica durante seu ciclo de

desenvolvimento, principalmente durante o período mais crítico, que é de duas semanas antes a duas semanas após o espigamento. As áreas de arroz irrigado, por apresentarem baixo teor de matéria orgânica no solo, e terem, em sua maioria, solos de textura mais arenosa, são mais suscetíveis à ocorrência de deficiência hídrica. Nesse sentido, já são disponíveis sistemas de irrigação por sulco, de menor custo em relação ao por aspersão. Há possibilidade de se utilizar os sulcos feitos para formação de microcamalhões, para se irrigar o milho. O sistema sulco/camalhão é indicado para solos planos, com declividades uniformes, requerendo, geralmente, a sistematização do terreno. A irrigação pelo sistema sulco/camalhão deve ser utilizada em pequenas áreas que possuam relevo pouco acentuado, como o que predomina em regiões de solos hidromórficos do RS. Para a irrigação por sulcos, a faixa de declive recomendada situa-se entre 0,1% a 0,5%, sendo o valor intermediário de 0,3% o que proporciona irrigação mais uniforme. Além de facilitar a irrigação, o sistema sulco/camalhão garante boa drenagem interna da lavoura, porém a rede de drenos coletores dos quadros e a macrodrenagem da área devem estar instalados de forma correta e mantidos limpos.

No milho, o uso da irrigação é um pré-requisito essencial para que se possa utilizar as demais práticas de manejo em alto nível, como adubação, época de semeadura e escolha de híbrido adaptado às condições de solos hidromórficos, e densidade de plantas adequados. Outro aspecto fundamental é a determinação do arranjo ideal de plantas, especialmente no que se relaciona à densidade de plantas e ao espaçamento entrelinhas, uma vez que esse é um dos principais fatores que definem a produtividade de grãos. Nesse sentido, esforços têm que ser feitos para se ter a garantia do estabelecimento de uma lavoura uniforme de plantas, com a densidade desejada. Merece, também, atenção o fato de que, atualmente, cerca da metade da área de arroz irrigado ser cultivada com variedades do Sistema Clearfield, em que se utilizam herbicidas do grupo das imidazolinonas. Em função das plantas de milho serem sensíveis ao efeito residual desses herbicidas, há que se ter cuidado com seu cultivo em rotação com arroz irrigado em áreas em foram utilizados esses herbicidas, tendo em vista a possibilidade de fitotoxicidez às plantas de milho.