



---

## Sorgo

---

## Cultivo do Sorgo

---

### Sumário

Apresentação

Clima

Zoneamento

Ecofisiologia

Solos

Nutrição e adubação

Cultivares

Plantio

Plantas daninhas

Doenças

Pragas

Colheita e pós-colheita

Mercado e comercialização

Coeficientes técnicos

O Sorgo em sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta

Economia da produção

Referências

Glossário

### Dados Sistema de Produção

#### Embrapa Milho e Sorgo

Sistema de Produção, 2

ISSN 1679-012X 2

Versão Eletrônica  
9ª edição | Jul/2015



## Cultivo do Sorgo

### Apresentação

A cultura do sorgo apresentou expressiva expansão nos últimos anos agrícolas. Do ponto de vista agrônômico, este crescimento é explicado, principalmente, pelo alto potencial de produção de grãos e matéria seca da cultura, além da sua extraordinária capacidade de suportar estresses ambientais. Deste modo, sorgo tem sido uma excelente opção para produção de grãos e forragem em todas as situações em que o déficit hídrico e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para outras culturas, notadamente o milho. Do ponto de vista de mercado, o cultivo de sorgo em sucessão a culturas de verão tem contribuído para a oferta sustentável de alimentos de boa qualidade para alimentação animal e de baixo custo, tanto para pecuaristas como para a agroindústria de rações. Atualmente, em toda a região produtora de grãos de sorgo do Brasil Central, o produto tem liquidez para o agricultor e grande vantagem comparativa para a indústria, que, cada vez mais, procura alternativas para compor suas rações com qualidade e menor custo.

O avanço da moderna agricultura no Cerrado e os seus sistemas de produção continuam ampliando as possibilidades para os diferentes tipos agrônômicos de sorgo. A soja, principal parceira no sistema de sequência de culturas, avança para os estados do Norte e do Nordeste. O sorgo segue este avanço. O sistema de plantio direto abre um amplo campo para integração do sorgo ao sistema como excelente produtor de palha de alta qualidade, além de ser excelente elo na cadeia da integração lavoura-pecuária-floresta.

A agroindústria de carnes se expande na região, na busca de matérias primas de menor custo para alimentação de plantéis de aves, suínos e bovinos. A pecuária de leite e de corte se profissionaliza cada vez mais, à medida em que os mercados consumidores de carne bovina exigem mais qualidade e preço competitivo. O milho, principal ingrediente para alimentação animal no país, está se valorizando, em especial pela grande expectativa de exportação do produto per se ou embalado no complexo das carnes. Para manter o mercado de rações abastecido com grãos de qualidade confiável e custo ajustado ao negócio, o sorgo já é reconhecido como o principal grão alternativo ao milho na chamada cesta básica de ingredientes forrageiros, junto com o próprio milho, o trigo, o triticale, o farelo de arroz e a fécula de mandioca.

A visão de que o Brasil está se tornando um dos principais fornecedores de carnes para os mercados internacionais - além do mercado doméstico - e que, por isso, a oferta alternativa de grãos forrageiros e as diferentes formas de forragem, de custo compatível com as demandas desses mercados, é um fator imprescindível para se alcançar os objetivos do país. Para o Brasil, é estrategicamente importante ter uma área ocupada com sorgo para a garantia do abastecimento de grãos. A produção brasileira de grãos depende quase que exclusivamente da precipitação pluviométrica. Em anos com ocorrência de condições desfavoráveis, normalmente há déficit na produção de grãos, e o sorgo, sendo uma cultura de vocação para cultivo em condições adversas de clima e solo, poderia reduzir o impacto desse fator no abastecimento de grãos.

O investimento na produção e na utilização do sorgo no Brasil se justifica dentro da política estabelecida pelo governo, que seria o aumento da eficiência, da qualidade e da competitividade dos produtores, e pelo conceito mundialmente aceito de agricultura sustentada. O sorgo 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 de 80% do preço do milho. Além disso, a cultura tem mostrado bom desempenho como alternativa para uso no sistema de integração lavoura-pecuária e para produção de massa, 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.

## Clima

O sorgo é uma planta de clima quente, apresentando características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. Possui variedades adaptadas a diferentes zonas climáticas, inclusive às temperadas (frias), desde que nesses locais ocorra estação estival quente com condições capazes de permitir o desenvolvimento da cultura. A produtividade do sorgo está relacionada com diversos fatores integrados (interceptação de radiação pelo dossel, eficiência metabólica, eficiência de translocação de produtos da fotossíntese para os grãos, capacidade de dreno). As relações de fonte e dreno dependem de condições ambientais e características genéticas, e as plantas procuram se adaptar a tais condições apresentando respostas diferenciadas.

Embora o sorgo responda à interação dos diversos fatores edafoclimáticos, os de maior influência sobre a cultura são a temperatura do ar, a radiação solar, a precipitação e a disponibilidade de água no solo. As variedades de sorgo revelam consideráveis diferenças, no que tange às características da planta e do grão (ver Cultivares), bem como às respostas fisiológicas aos fatores ambientais (ver Ecofisiologia).

Em relação às principais variáveis de clima, a temperatura ótima para o desenvolvimento de cada plantio varia conforme a cultivar considerada. De uma forma geral, a literatura internacional tem mostrado que temperaturas superiores a 38 °C ou inferiores a 16 °C limitam o desenvolvimento da maioria das cultivares. Um aumento 5 °C em relação à temperatura ótima noturna pode implicar numa redução de até 33% da produtividade, uma vez que ocorre um aumento da taxa de respiração noturna. A cada 1 grau centígrados de aumento da temperatura noturna, a respiração aumenta em torno de 14%.

Por pertencer ao grupo de plantas C4, o sorgo suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, minimizando a abertura dos estômatos e consequente perda de água. Assim, o aumento da intensidade luminosa implica em maior produtividade, sempre que as demais condições sejam favoráveis.

O uso consuntivo (consumo) de água pelo sorgo varia entre 380 e 600 mm durante o ciclo da cultura, dependendo principalmente das condições climáticas dominantes (Sans et al., 2003). A quantidade de água absorvida pelas plantas varia de acordo com o estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura (ver mais detalhes em Ecofisiologia). Apesar disso, o sorgo possui resistência relativamente boa à dessecação, tendo mostrado capacidade de se recuperar após um período de seca. Mesmo após um período prolongado de murchamento, em apenas 5 dias com condições ambientais propícias o sorgo pode recuperar a abertura dos estômatos, retornando às atividades fisiológicas normais (Sans et al., 2003). Embora seja uma cultura resistente a estresse hídrico, o sorgo também sofre efeito do déficit hídrico, chegando a reduzir consideravelmente a produtividade quando submetido a estresse. O déficit hídrico tem influência direta na taxa fotossintética, a qual está associada diretamente com a produção de grãos. A perda de produtividade em função da exposição da cultura a déficit hídrico varia principalmente em função do estágio fenológico das plantas, do tempo de duração do estresse e do genótipo das plantas.

Quanto ao solo, o sorgo é uma cultura tolerante a diversas condições de solo, podendo ser cultivado satisfatoriamente em solos que variam de argilosos a ligeiramente arenosos. Embora sobreviva melhor que outros cereais em solos arenosos e de baixa fertilidade, tem preferência por solos bem preparados, com acidez corrigida, ricos em matéria orgânica, pH entre 5,5 e 6,5, topografia plana e sem excesso de umidade. Assim, apresenta maior produtividade

nos solos ricos em matéria orgânica, profundos, de boa drenagem e com topografia plana e/ou declividade inferior a 5%. Os solos aluviais prestam-se muito bem ao cultivo do sorgo, desde que adequadamente preparados. Os solos mal drenados são os únicos que não se recomendam para esta cultura.

Considerando as características da cultura, a época de semeadura em cada local deve ser determinada em função das condições ambientais (temperatura, fotoperíodo, distribuição das chuvas e disponibilidade de água do solo) e da cultivar (ciclo, fases da cultura e necessidade térmicas das cultivares), estimando o(s) período(s) em que a cultura tem maior probabilidade de se desenvolver em condições edafoclimáticas favoráveis (ver Zoneamento).

**Autores deste tópico:**Elena Charlotte Landau,Luiz Marcelo Aguiar Sans

## Zoneamento

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) representa uma alternativa de cultivo para diversos estados brasileiros, cuja produção é destinada principalmente para a produção de rações, em substituição ao milho. Adicionalmente, representa uma cultura importante no sistema de rotação de culturas e produção de biomassa no sistema de plantio direto, dado o seu denso e dinâmico sistema radicular, capaz de descompactar o solo e movimentar os nutrientes nas diferentes camadas do substrato.

O sorgo é uma planta de clima quente, apresentando características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. Possui variedades adaptadas a diferentes zonas climáticas, inclusive às temperadas (frias), desde que nesses locais ocorra estação estival quente com condições capazes de permitir o desenvolvimento da cultura (ver Cultivares: [ZA2010\\_SorgoGranifUF\\_CULTIVARES.pdf](#)).

A produtividade do sorgo está relacionada com diversos fatores integrados (características genéticas relacionadas com a eficiência metabólica, eficiência de translocação de produtos da fotossíntese para os grãos e capacidade de dreno, e características edafoclimáticas, entre as quais a disponibilidade suficiente de água no solo e radiação solar). Mesmo sendo uma cultura bastante adaptada a condições de déficit hídrico, o seu crescimento e desenvolvimento ficam condicionados às condições edafoclimáticas dominantes. Conseqüentemente, para a tomada de decisões quanto à época de plantio é importante conhecer os fatores de risco, os quais podem ser minimizados quanto mais eficiente for o planejamento das atividades relacionadas à produção.

O zoneamento de riscos climáticos visa orientar os agricultores indicando as épocas mais aptas para o plantio da cultura em diferentes regiões do país, contribuindo para minimizar riscos de perda de safra em decorrência de adversidades climáticas que possam ocorrer principalmente durante as fases mais críticas de desenvolvimento da cultura. A indicação de épocas para plantio compreende a semeadura em áreas rurais, não situadas em locais de preservação obrigatória, de acordo com a Lei 4.771/65 (Código Florestal), e alterações, nem sobre solos com profundidade menor do que 50 cm ou muito pedregosos (mais de 15% da superfície do terreno). Atualmente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) divulga através de portarias publicadas no Diário Oficial da União, e também disponibilizadas na *Internet*, informações em nível de município sobre o(s) período(s) mais indicado(s) para o plantio de sorgo granífero. Além de ter mais chances de sucesso na produção de sua lavoura, o agricultor que observa tais recomendações pode fazer jus ao Proagro e à obtenção de crédito rural, uma vez que vários agentes financeiros condicionam a concessão do crédito rural à realização do plantio em época indicada pelo zoneamento agrícola (BRASIL, 2010).

As fases mais críticas de desenvolvimento da cultura coincidem com o florescimento e enchimento de grãos. Assim, para fins de zoneamento, o risco climático de insucesso da cultura foi associado à probabilidade de ocorrência de déficit hídrico nessas fases, com base em cálculos do balanço hídrico

decidua da cultura. Para tanto, dada a variação da capacidade de retenção de água nos solos brasileiros, eles foram agrupados em três tipos: argilosos, com textura média e arenosos, considerando capacidade decrescente de retenção de água suficiente para permitir o desenvolvimento da cultura. Dada a diversidade de cultivares disponíveis no mercado, para fins de zoneamento, elas são agrupadas baseado em características dos seus ciclos fornecidas pelas empresas desenvolvedoras/mantenedoras, sendo considerados atualmente três grupos de cultivares de sorgo granífero: Grupo I ou de ciclo precoce, Grupo II ou de ciclo médio e Grupo III ou de ciclo tardio (BRASIL, 2010). (ver arquivo [ZA2010\\_SorgoGranifUF\\_CULTIVARES.pdf](#)).

Em relação ao zoneamento de risco climático, ressalta-se que, por ser um modelo agroclimático parte-se do pressuposto de que não ocorrerão limitações quanto à fertilidade dos solos e danos às plantas devido à ocorrência de pragas e doenças. As informações consideradas para indicação das épocas mais favoráveis para semeadura de sorgo granífero no zoneamento de risco climático da cultura são:

- A. Precipitação pluvial: séries pluviométricas com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações meteorológicas disponíveis.
- B. Evapotranspiração potencial: estimada pelo método de Penman-Monteith.
- C. Coeficientes de cultura ( $K_c$ ): determinados em condições de campo, a partir dos quais foram calculados valores médios para períodos de 10 dias durante o ciclo.
- D. Ciclos e fases fenológicas: para definição do ciclo da planta foi considerado o tempo médio necessário para que a planta atinja as quatro fases fenológicas seguintes: emergência-início da floração; início da floração-floração final; floração final-enchimento de grãos e enchimento de grãos-maturação. As plantas foram classificadas em três grupos, considerando ciclos de desenvolvimento precoce, médio ou tardio (ver mais informações sobre as cultivares classificadas em cada ciclo: arq. [ZA2010\\_SorgoGranifUF\\_CULTIVARES.pdf](#)).
- E. Reserva útil de água no solo: para as classes Solo tipo 1 (arenoso), 2 (textura média) e 3 (argiloso) foram estabelecidos, respectivamente, os valores de 30, 50 e 70 mm de água disponível.

No caso do zoneamento agrícola de sorgo granífero para a safra 2009/2010 foram efetuadas simulações para 19 épocas de plantio no Brasil (entre 21 de setembro e 21 de março), espaçadas dez dias (decêndios), considerando o início do período chuvoso e/ou ocorrência de temperatura amena que possibilite o desenvolvimento das plantas. Para cada data, o modelo estimou os índices de satisfação da necessidade de água (ISNA), definidos como a relação existente entre evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) e a evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>m</sub>). A definição do risco climático foi associado à ocorrência de déficit hídrico na fase de floração e enchimento de grãos, considerada a fase mais crítica. Para isso estabeleceram-se três classes de acordo com o ISNA obtido: 1) favorável (ISNA = 0,50); 2) intermediário (0,50 > ISNA ≥ 0,40) e 3) desfavorável (ISNA < 0,40). Em seguida realizou-se a análise frequencial, ao nível de 80% de ocorrência dos índices de necessidade de água (ISNA). Esses valores foram georreferenciados em função da latitude e longitude e, através do uso de um sistema de informações geográficas, foram confeccionados mapas temáticos e tabelas indicando as melhores épocas de plantio da cultura do sorgo granífero por município.

Informações mais detalhadas sobre as épocas de plantio de sorgo granífero sujeitas a menores riscos de adversidade climáticas por município e estado podem ser consultadas no *site* do Ministério da Agricultura ou a seguir, clicando no nome do estado de interesse:

**Região****Estado****Norte**[Tocantins](#)**Nordeste**[Alagoas](#)[Bahia](#)[Ceará](#)[Maranhão](#)[Paraíba](#)[Pernambuco](#)

[Piauí](#)  
[Rio Grande do Norte](#)  
[Sergipe](#)  
[Minas Gerais](#)  
[São Paulo](#)  
[Rio Grande do Sul](#)  
[Distrito Federal](#)  
[Goiás](#)  
[Mato Grosso](#)  
[Mato Grosso do Sul](#)

Sudeste

Sul

Centro-Oeste

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado de Tocantins em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Tocantins foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 358 de 3 de dezembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 4 de dezembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos, com textura média e arenosos. Todos os municípios do estado apresentaram épocas aptas para plantio de sorgo granífero, variando entre 10 e 90 dias, conforme características da cultivar e solo considerados, bem como da localização geográfica (Tabela 1, Figura 1). Municípios situados no sul do estado apresentaram períodos mais curtos de plantio, enquanto os localizados no norte do estado apresentaram períodos aptos mais extensos.

Em todo o estado foi indicado o início do período de semeadura no mês de janeiro, finalizando entre janeiro e março, conforme a localização do município, e características de solo e cultivar considerados (Figuras 2 e 3, Tabela 2).

**Tabela 1.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Tocantins, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

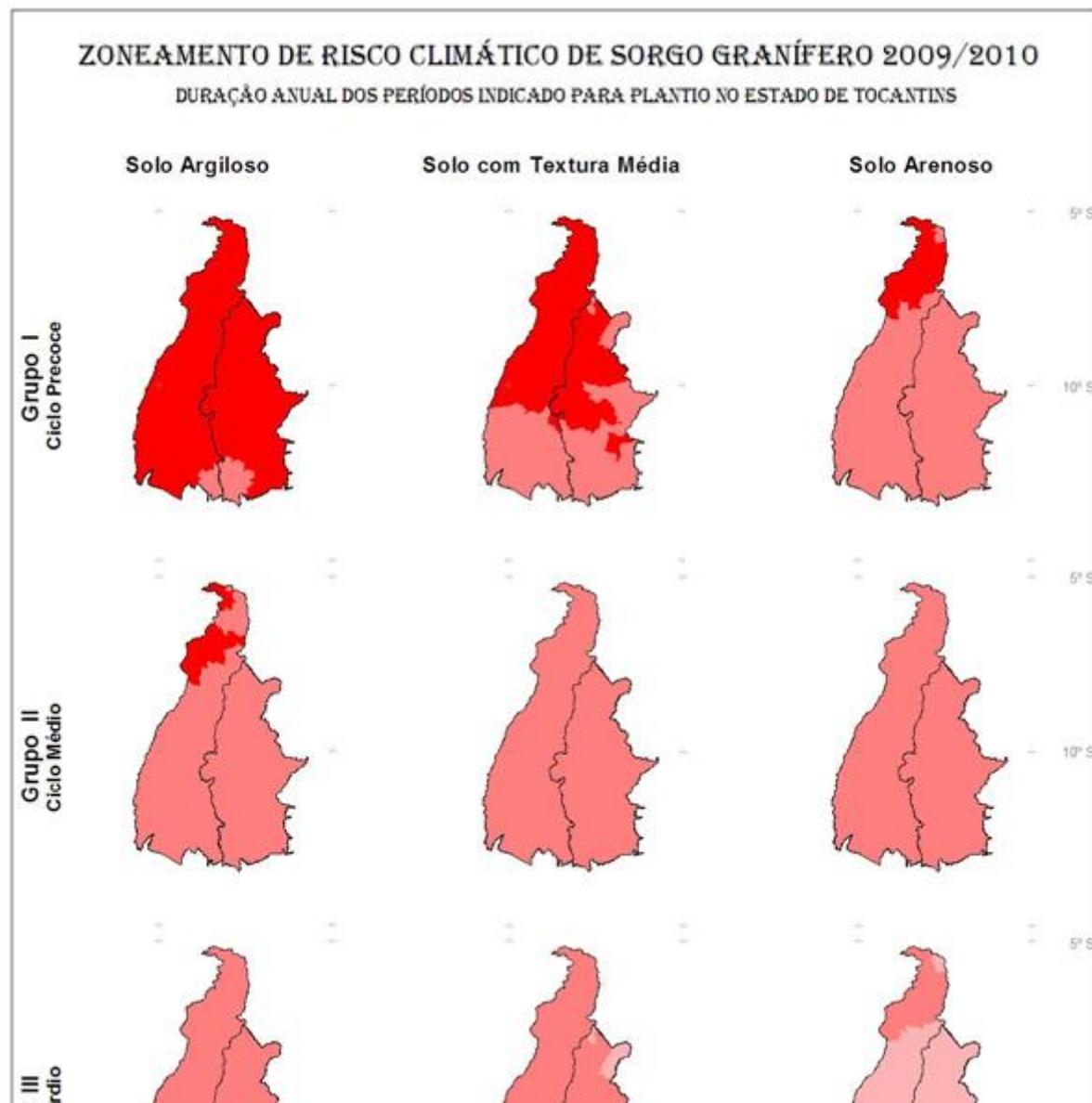
Grupo / Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ±	Desvio Padrão
Grupo I (Precoce)	Argiloso	100,00	59	90	74,88 ±	7,77
	Textura média	100,00	51	79	67,86 ±	8,10
	Arenoso	100,00	41	69	57,39 ±	7,91
Grupo II (Médio)	Argiloso	100,00	41	69	54,88 ±	7,43
	Textura média	100,00	31	59	47,96 ±	7,26
	Arenoso	100,00	31	51	39,13 ±	7,38
Grupo III (Tardio)	Argiloso	100,00	20	51	36,71 ±	7,80
	Textura média	100,00	20	41	30,42 ±	7,80
	Arenoso	100,00	10	31	20,59 ±	6,88

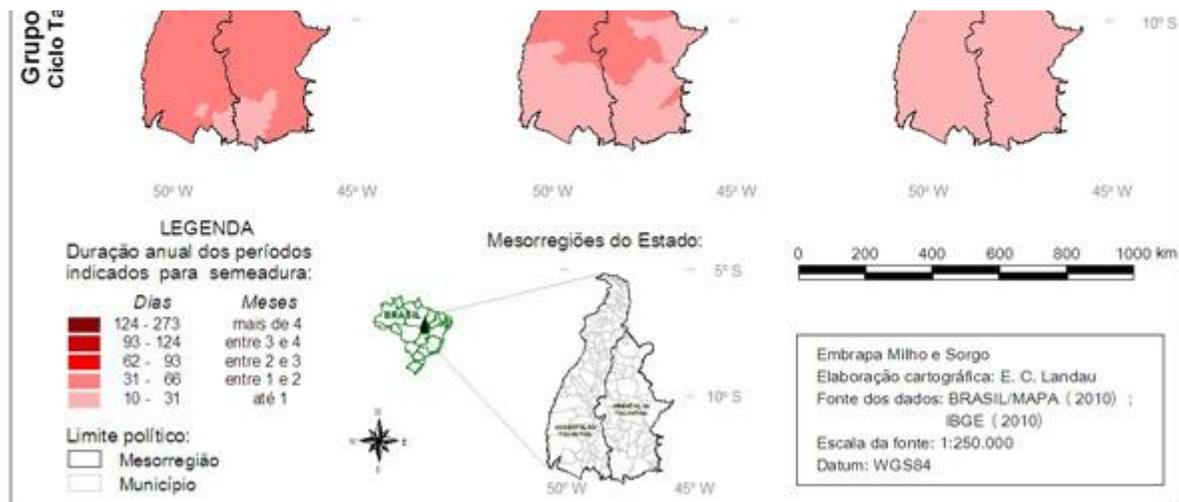
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 2.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Tocantins, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B4373)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

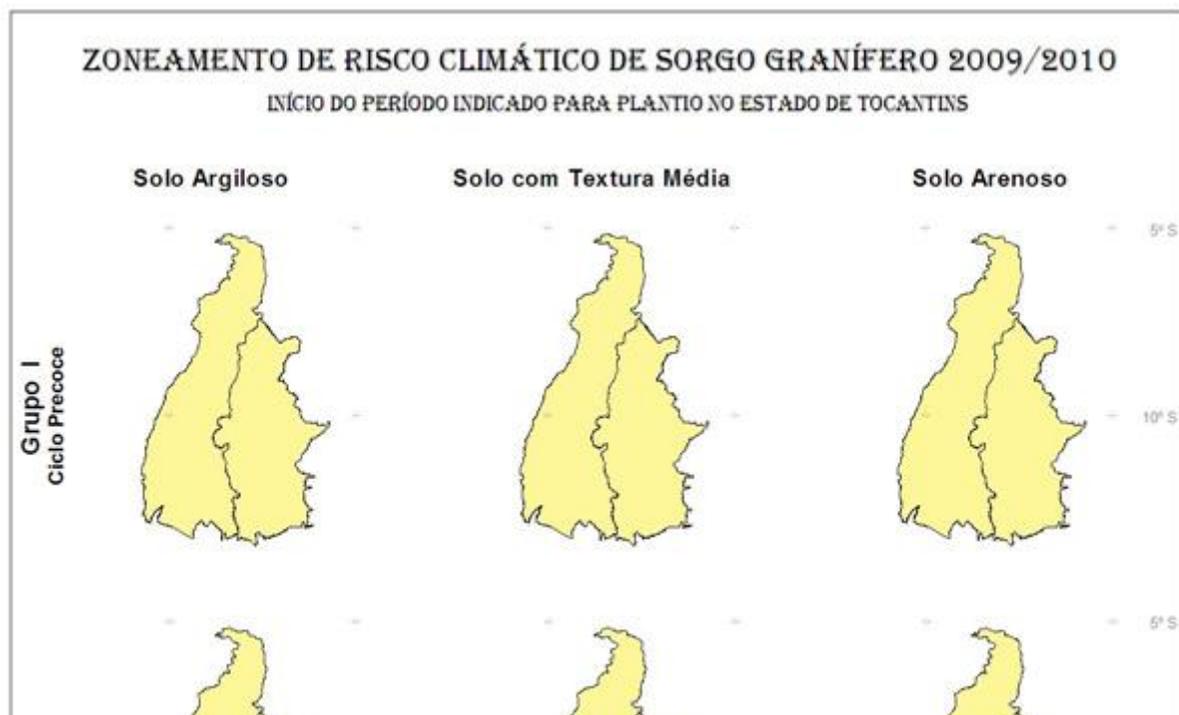


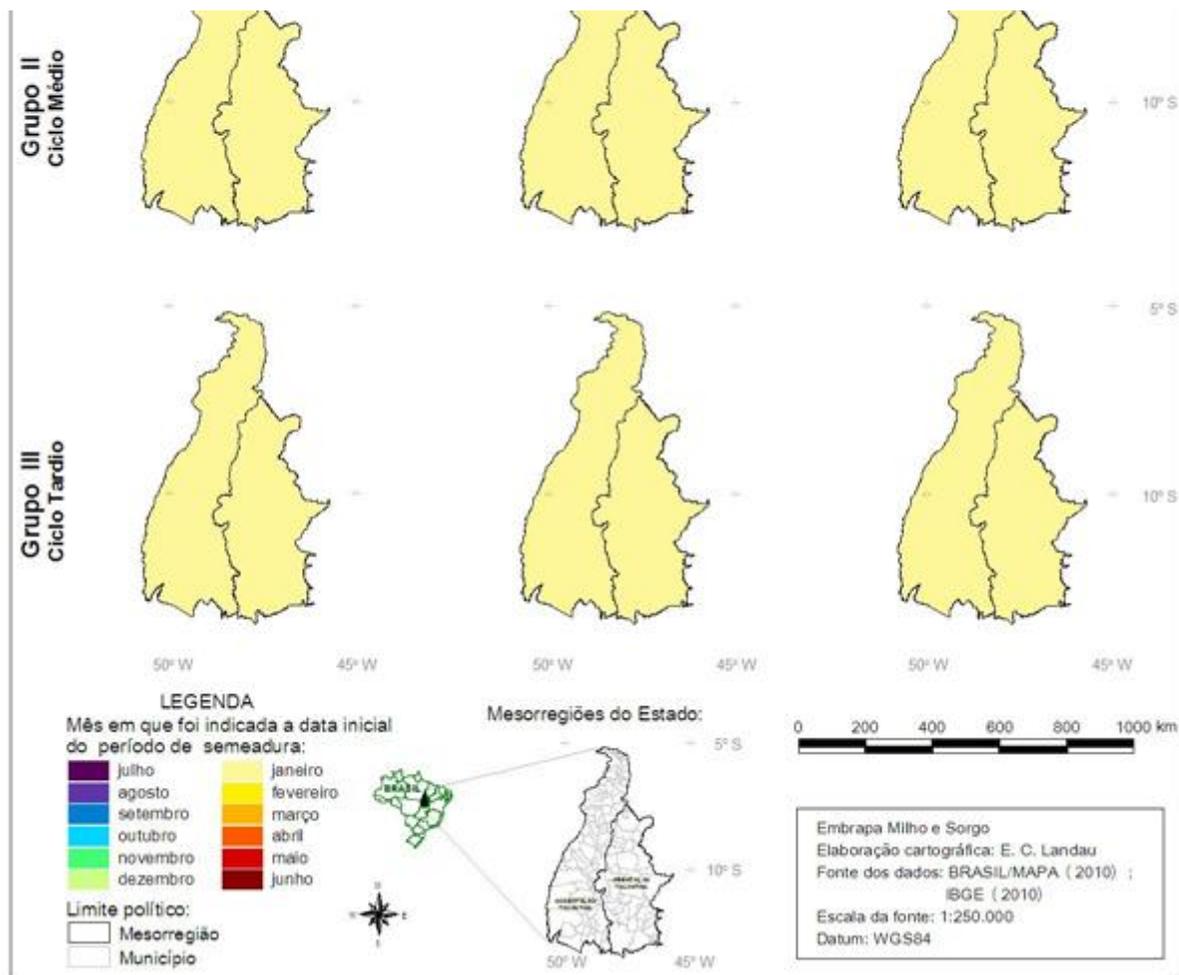


**Figura 1.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Tocantins, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

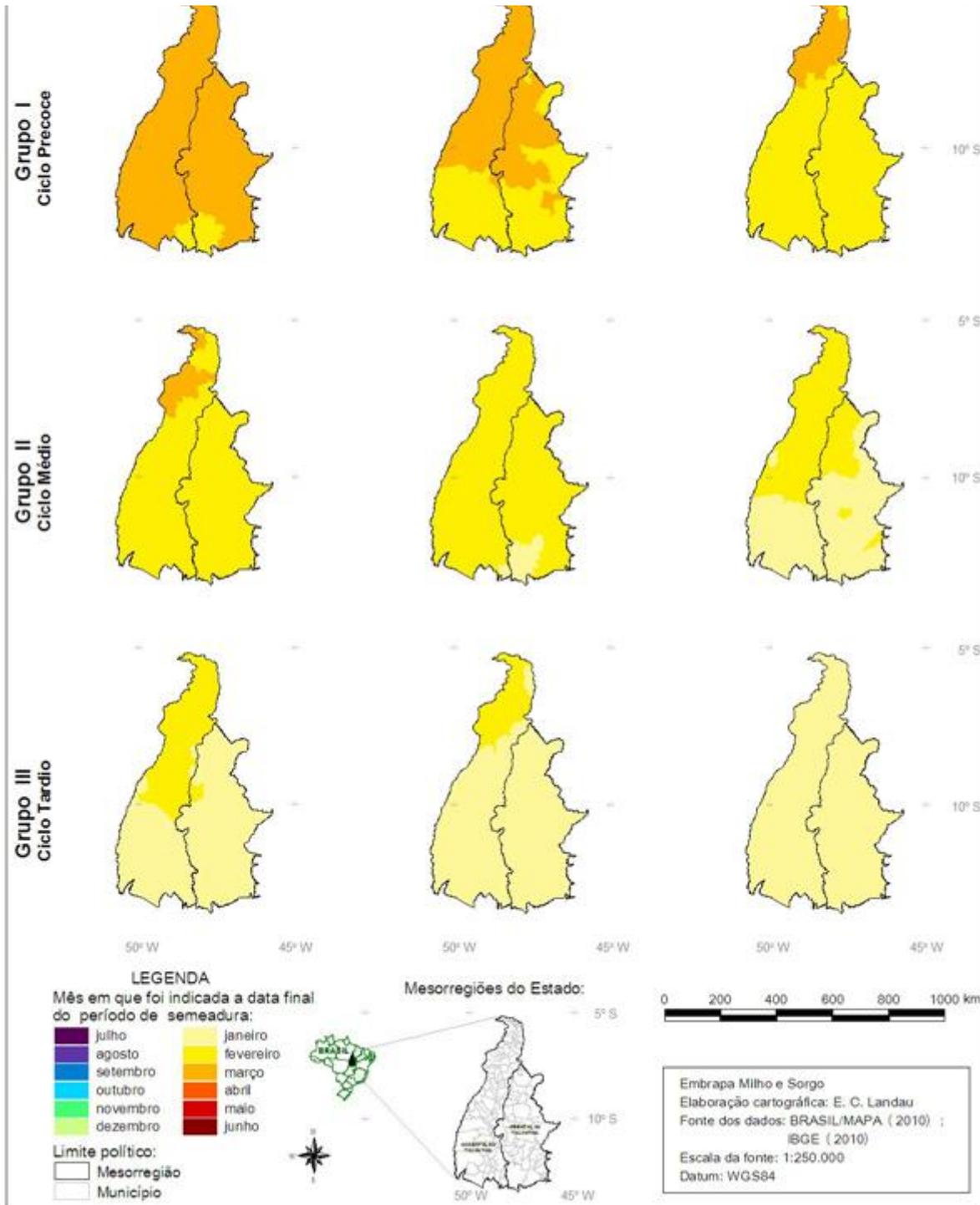




**Figura 2.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Tocantins considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.  
 Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 3.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Tocantins considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do Sorgo Granífero no Estado de Alagoas 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Alagoas foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 12 de 11 de janeiro de 2010, publicada no Diário Oficial da União no dia 12 de janeiro de 2010 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos e com textura média. Aproximadamente 83% dos municípios (que ocupam 80,98% da área do estado) apresentaram épocas aptas para plantio de sorgo. Todos estes apresentaram indicação de apenas um período de semeadura, com duração entre 20 e 122 dias, conforme características da cultivar e solo considerados (Tabela 1, Figura 1). Nestes, o início do período de plantio foi indicado nos meses de março-abril, estendendo-se até os meses de abril a junho (Figuras 2 e 3, Tabela 2).

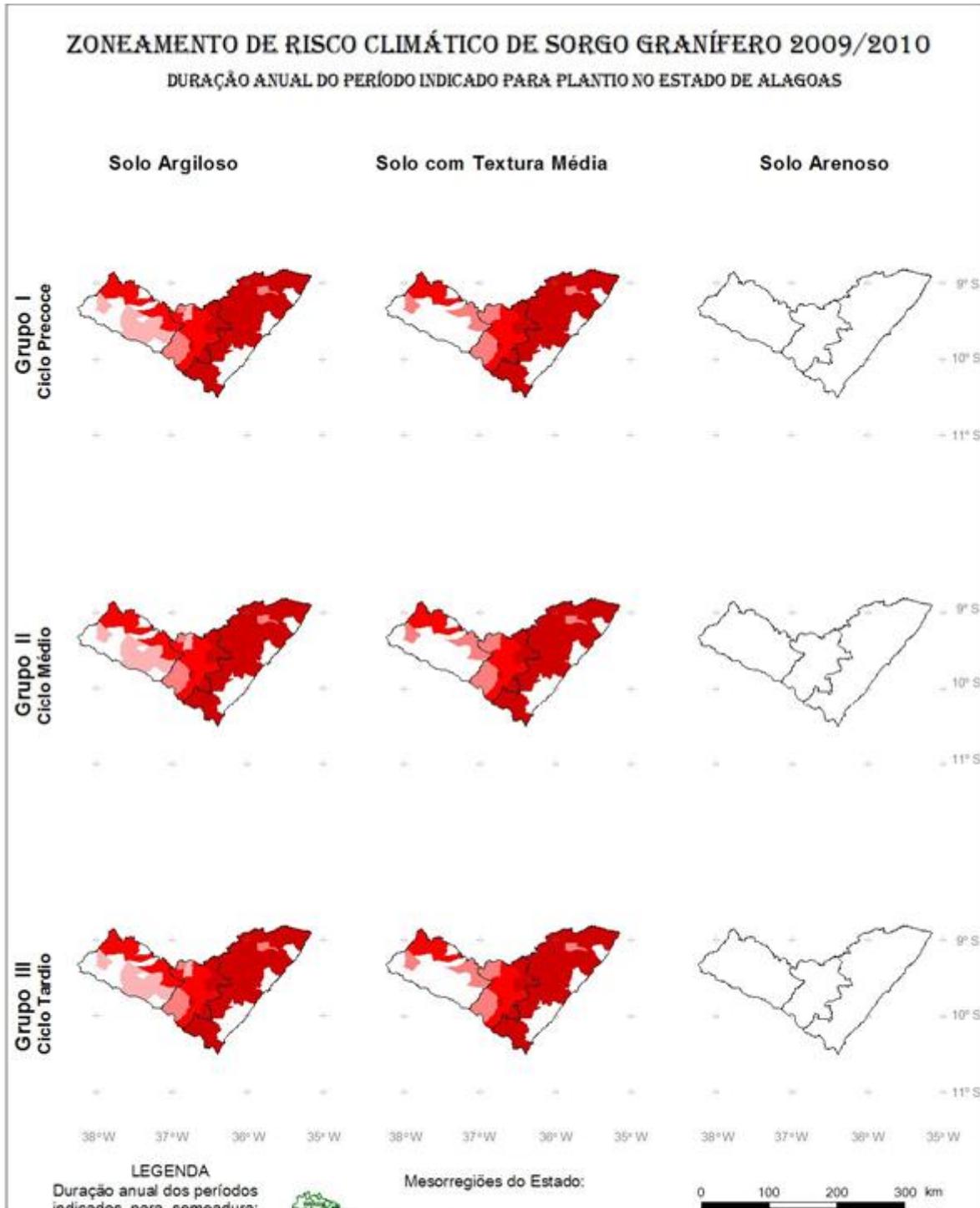
**Tabela 3.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Alagoas, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

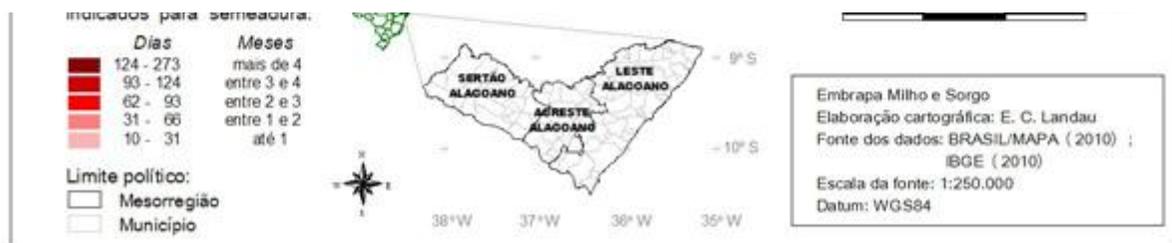
Grupo / Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ±	Desvio Padrão
Grupo I (Precoce)	Argiloso	83,33	20	122	93,27 ±	36,74
	Textura média	73,53	41	122	101,19 ±	28,55
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo II (Médio)	Argiloso	83,33	20	122	93,27 ±	36,74
	Textura média	73,53	41	122	101,19 ±	28,55
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo III (Tardio)	Argiloso	83,33	20	122	93,27 ±	36,74
	Textura média	73,53	41	122	101,19 ±	28,55
	Arenoso	0,00	--	--	--	--

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 4.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Alagoas, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B2)

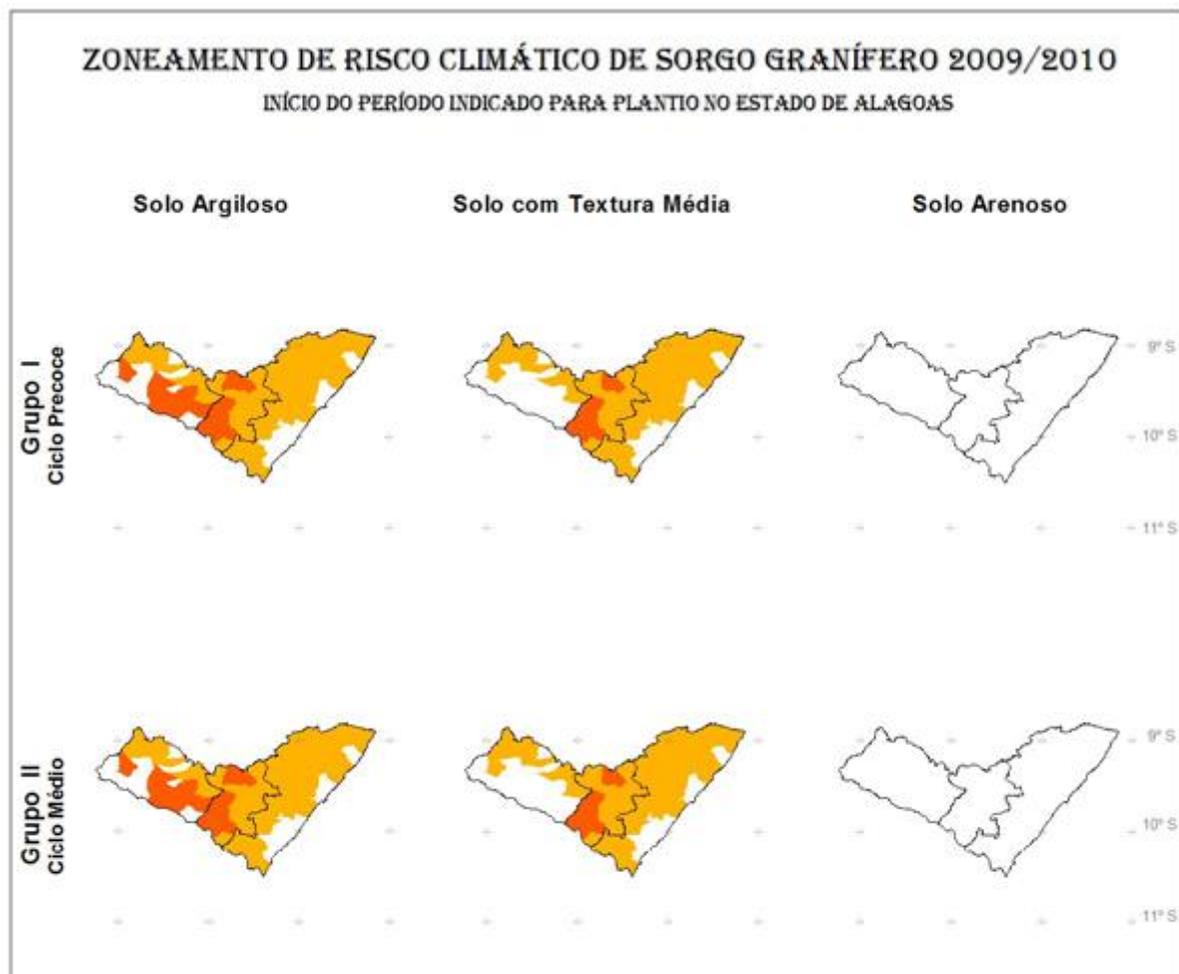


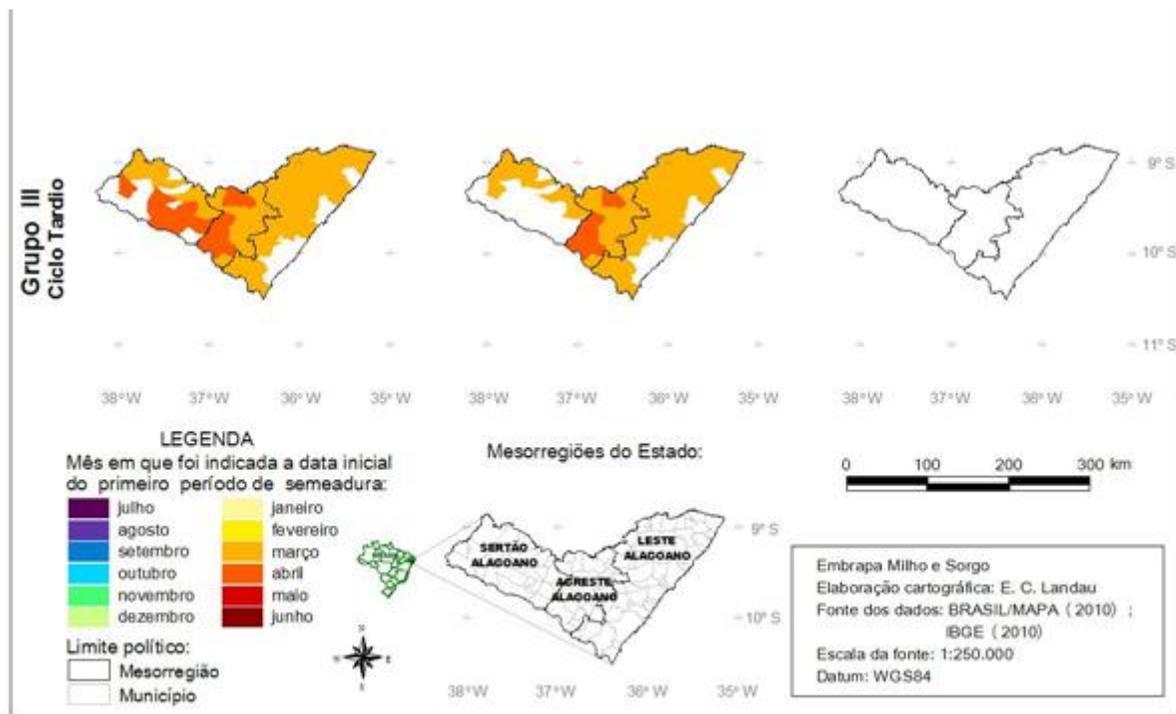


**Figura 4.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Alagoas, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

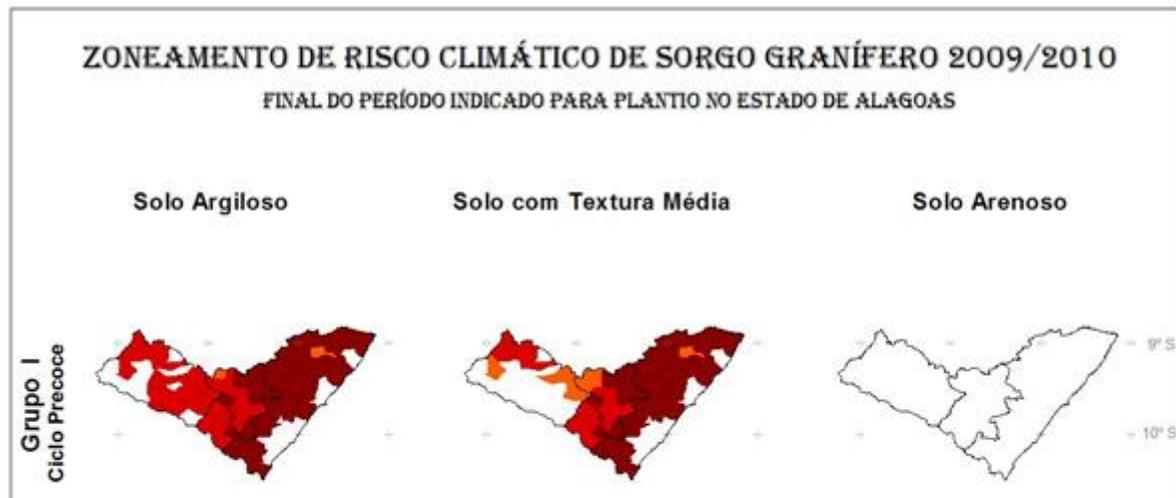
Elaboração cartográfica: E.C. Landau

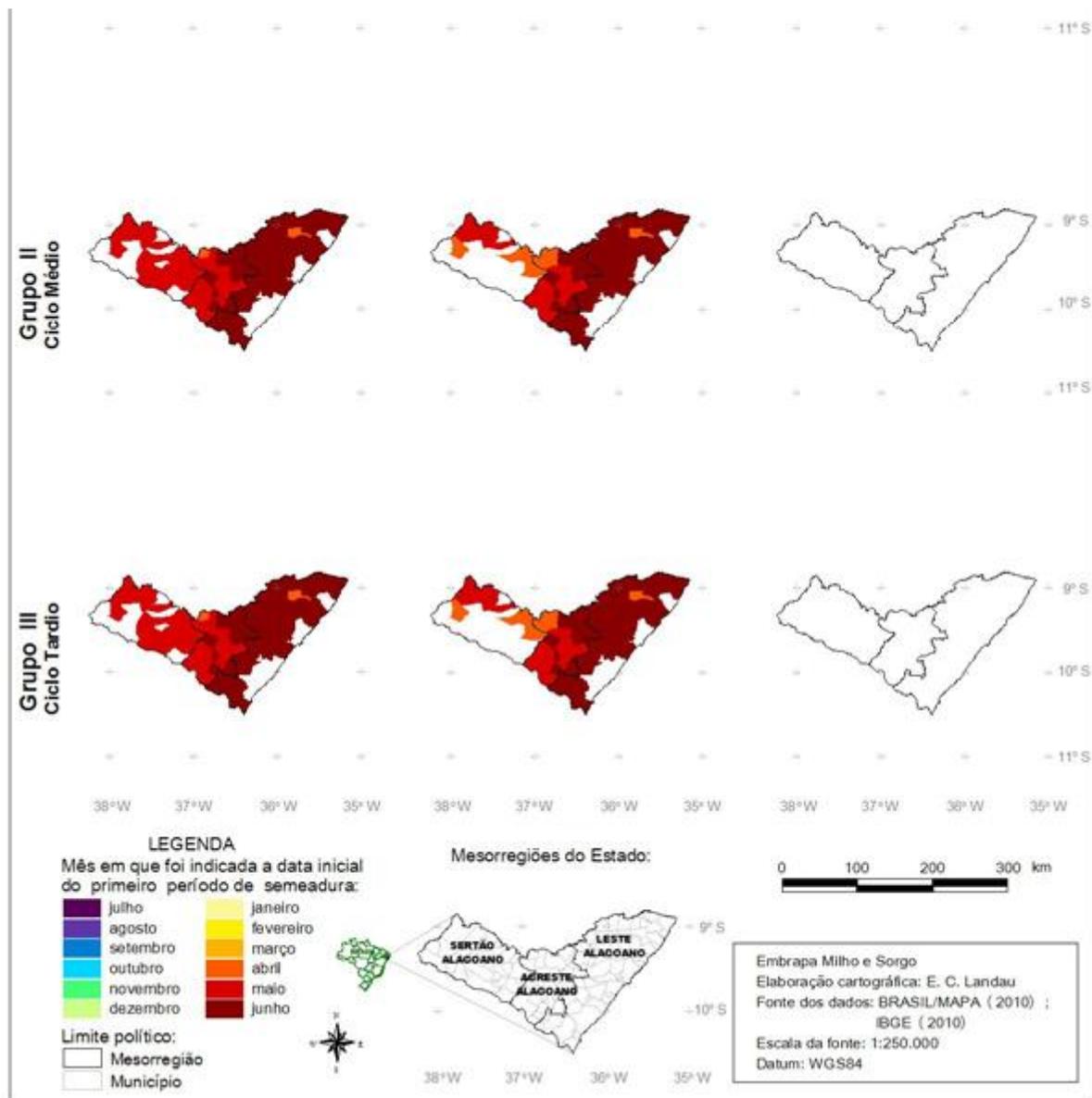




**Figura 5.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Alagoas considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010. Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 6.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Alagoas considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.  
 Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do Sorgo Granífero no Estado da Bahia em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado da Bahia foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 142 de 22 de julho de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 23 de julho de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). Este abrangeu solos argilosos e com textura média. Aproximadamente 84% dos municípios do estado (que ocupam 76,69% da área dele) apresentaram épocas aptas para plantio de sorgo granífero, variando entre 10 e 273 dias, conforme características da cultivar e solo considerados, bem como da localização geográfica (Tabela 5, Figura 7). Municípios situados no leste e oeste do estado apresentaram mais dias aptos para semeadura. Vários municípios (75), principalmente situados no sudeste do estado, apresentaram duas épocas anuais aptas para semeadura de sorgo granífero (Figura 8).

Em relação às épocas aptas para plantio, em municípios situados no oeste do estado predominou a indicação de plantio entre outubro e dezembro a fevereiro. Nos municípios do centro-sul predominou a indicação de semeadura entre outubro e outubro-novembro. Nos municípios do sul baiano predominou a indicação de plantio entre outubro e maio-junho. Naqueles localizados no nordeste do estado predominou a indicação de plantio entre janeiro-abril e abril-junho (Figuras 9, 10, 11 e 12, Tabela 6).

**Tabela 5.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado da Bahia, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

Grupo / Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ±	Desvio Padrão
Grupo I (Precoce)	Argiloso	83,69	20	273	121,65 ±	77,99
	Textura média	71,70	10	273	123,94 ±	70,17
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo II (Médio)	Argiloso	77,70	10	273	109,69 ±	75,28
	Textura média	68,11	10	243	110,36 ±	68,93
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo III (Tardio)	Argiloso	68,59	10	253	106,97 ±	71,16
	Textura média	59,95	10	242	105,91 ±	66,04
	Arenoso	0,00	--	--	--	--

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 6.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado da Bahia, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B92)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

# ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO DE SORGO GRANÍFERO 2009/2010

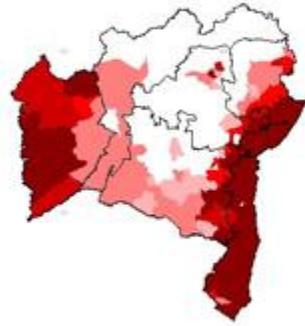
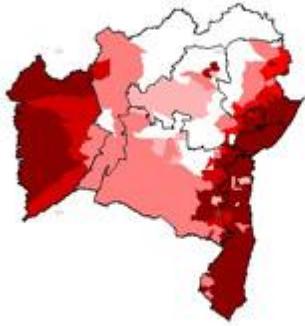
DURAÇÃO ANUAL DOS PERÍODOS INDICADOS PARA PLANTIO NO ESTADO DA BAHIA

Solo Argiloso

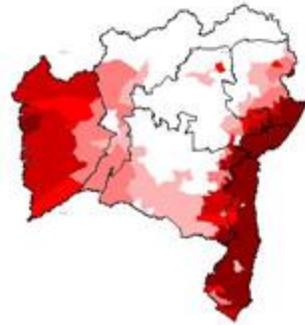
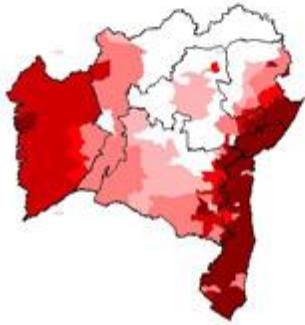
Solo com Textura Média

Solo Arenoso

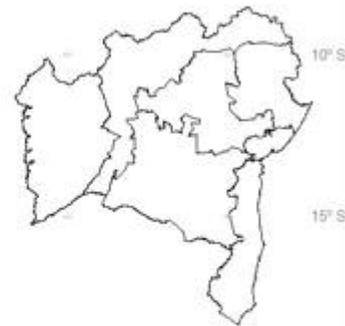
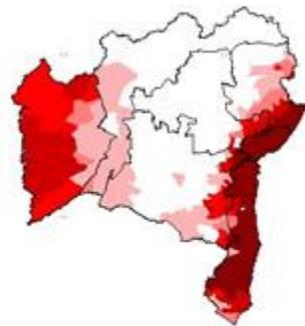
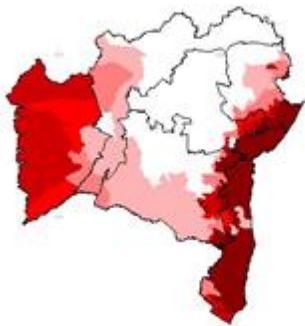
Grupo I  
Ciclo Precoce



Grupo II  
Ciclo Médio



Grupo III  
Ciclo Tardio



45° W 40° W

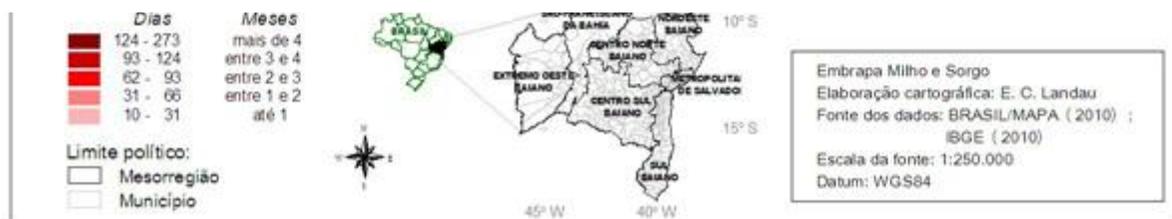
45° W 40° W

45° W 40° W

Duração anual dos períodos indicados para semeadura:

Mesorregiões do Estado:

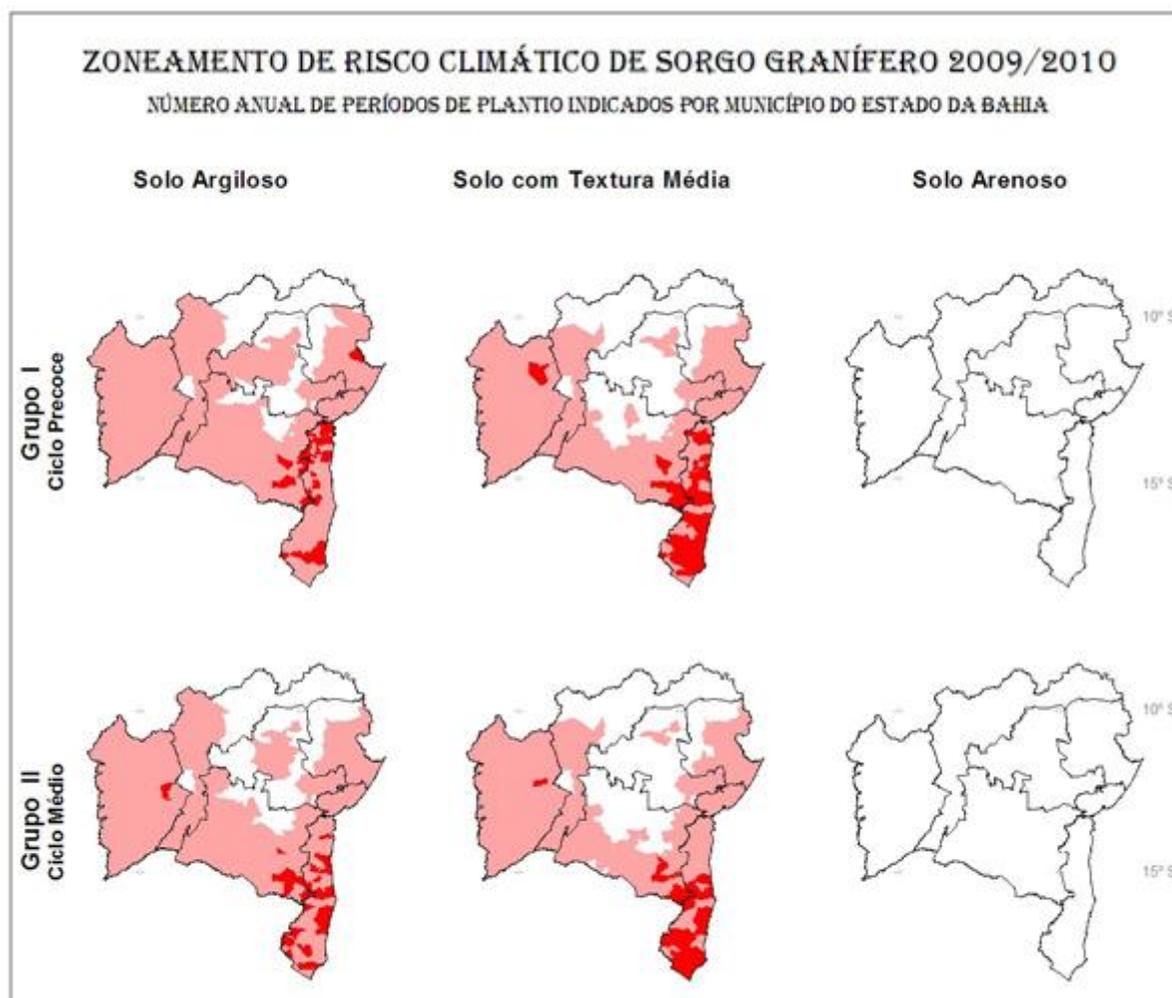


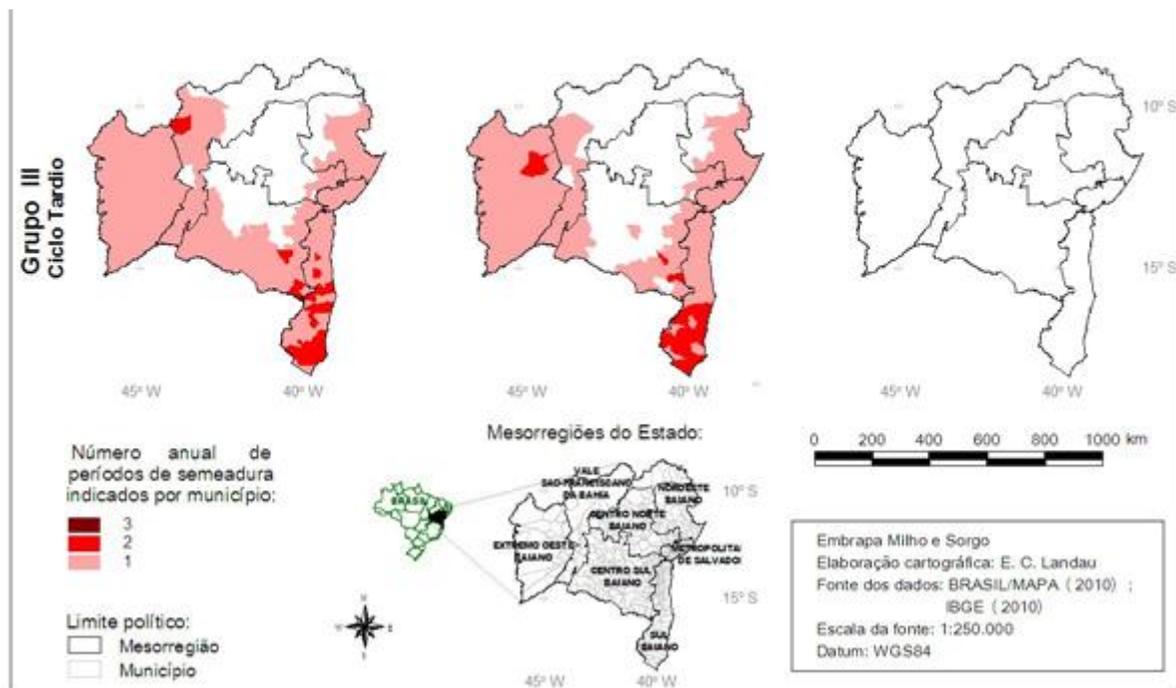


**Figura 7.** Duração anual dos períodos indicados para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado da Bahia, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

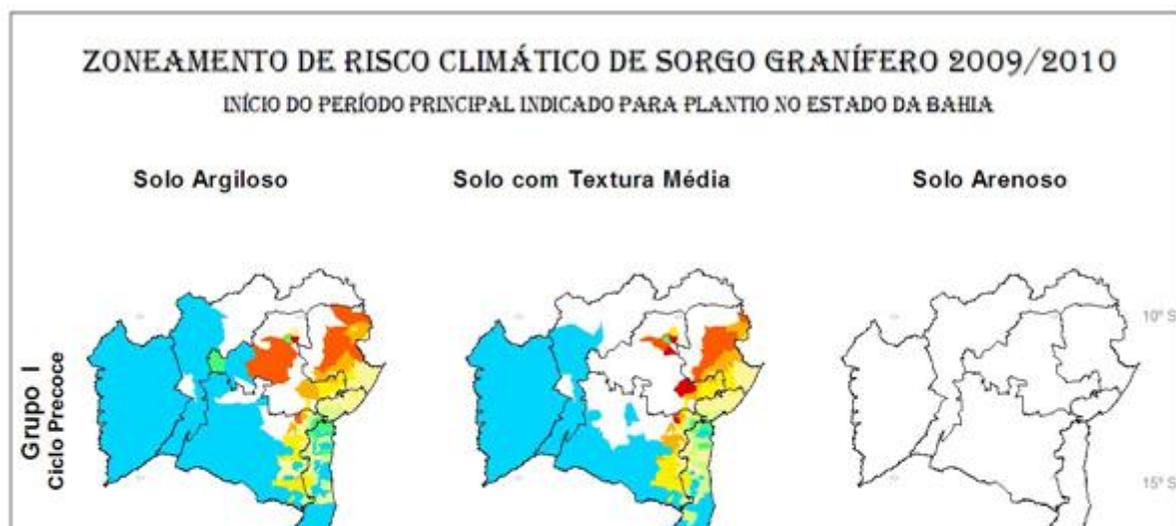


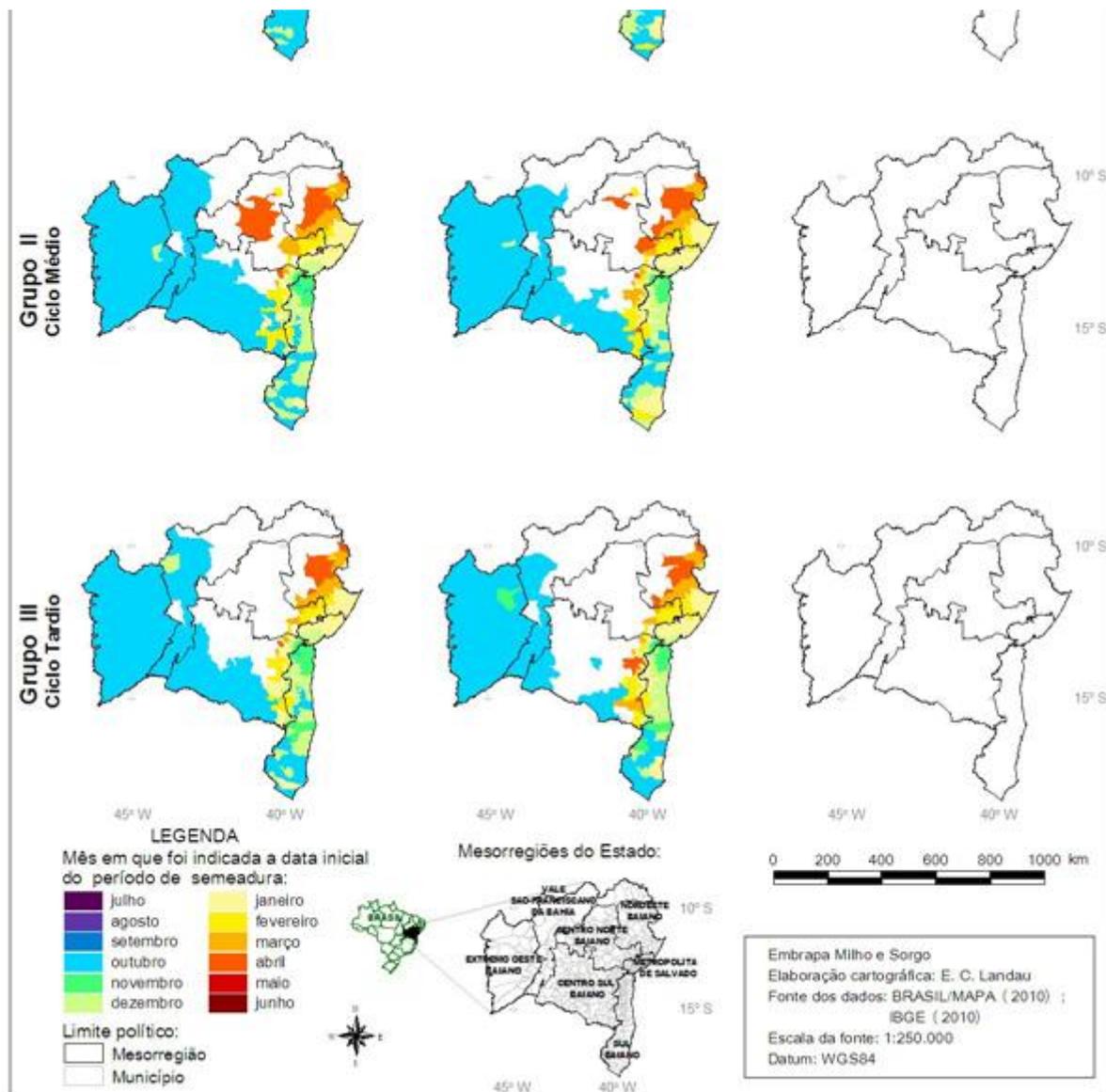


**Figura 8.** Frequência anual de períodos indicados para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado da Bahia, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 9.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado da Bahia considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

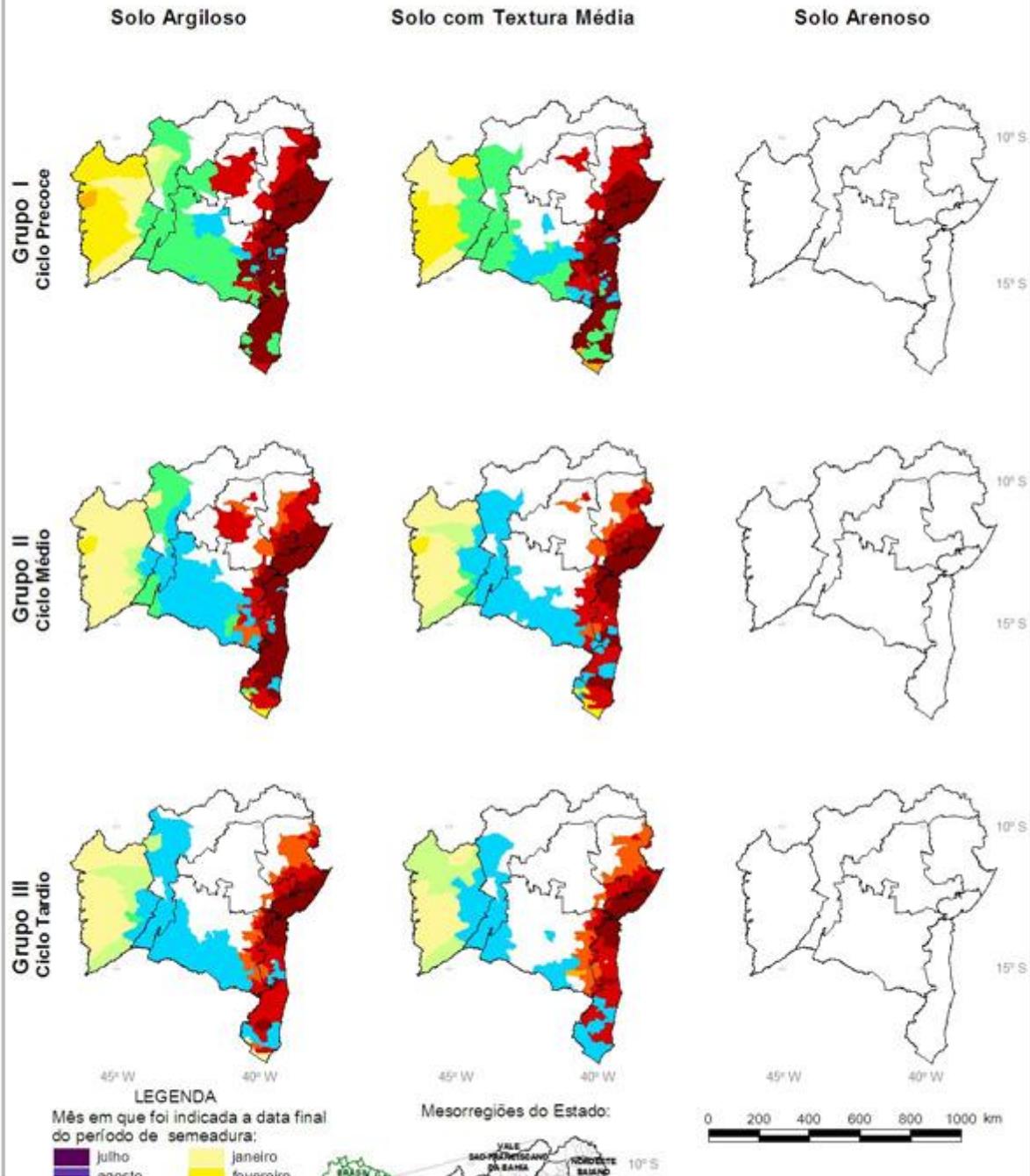
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO DE SORGO GRANÍFERO 2009/2010

ZONAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO DE SORGO GRANÍFERO 2009/2010

FINAL DO PERÍODO PRINCIPAL INDICADO PARA PLANTIO NO ESTADO DA BAHIA

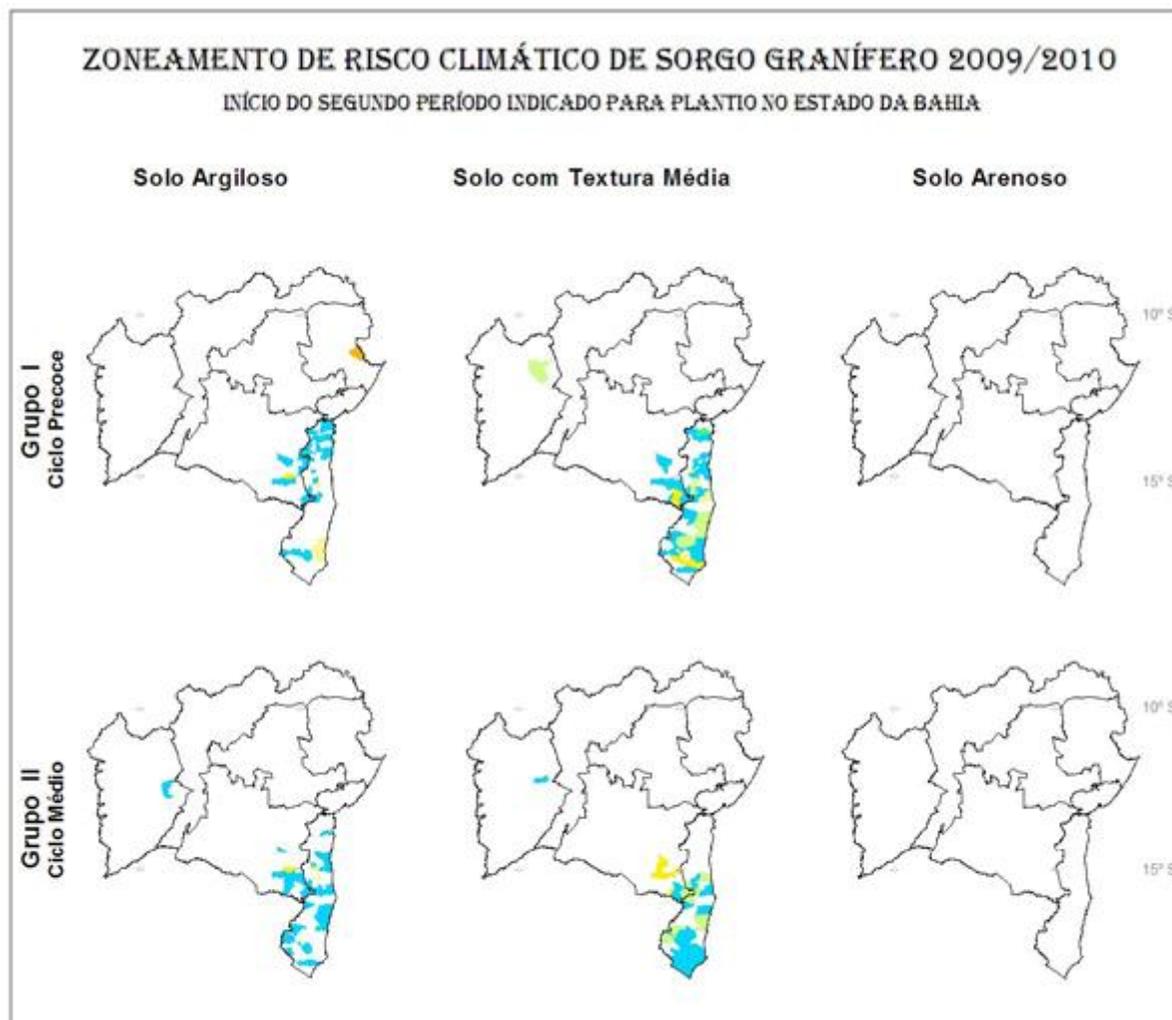


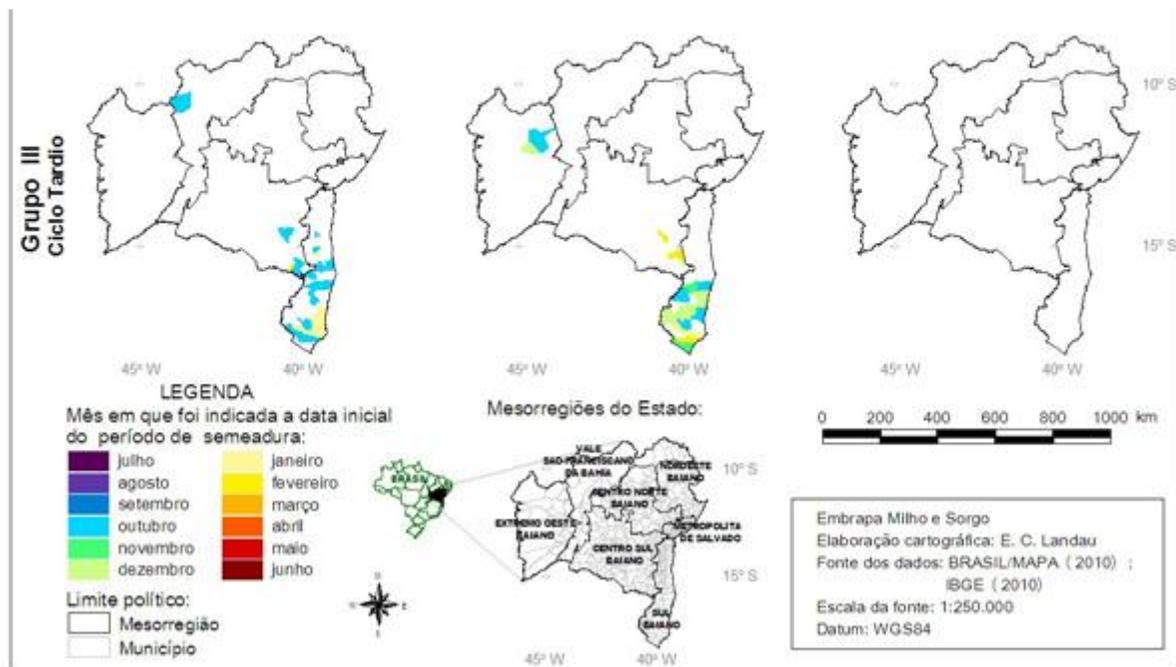


**Figura 10.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado da Bahia considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

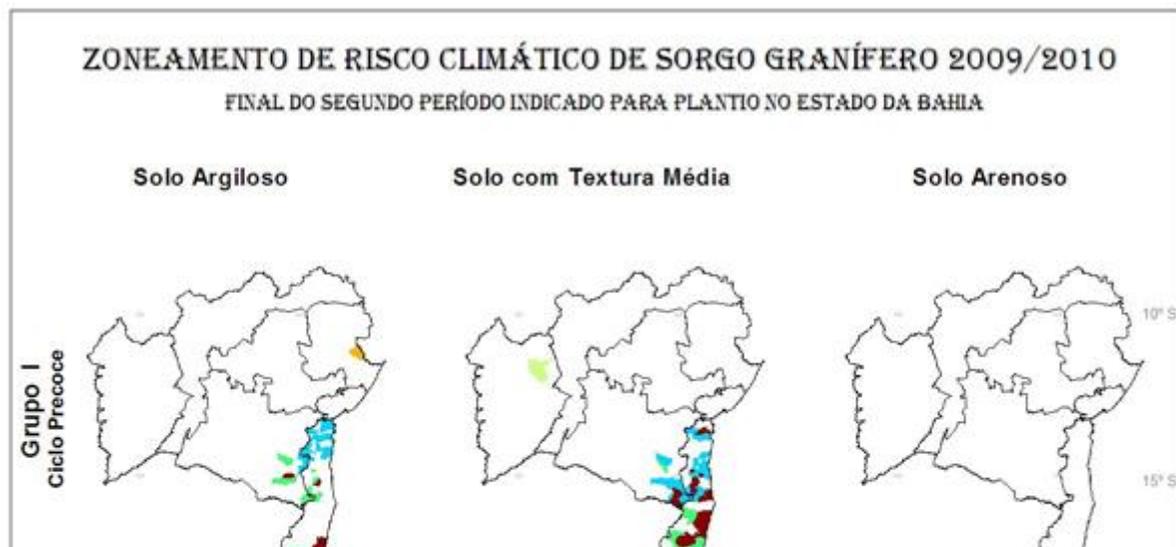
Elaboração cartográfica: E.C. Landau

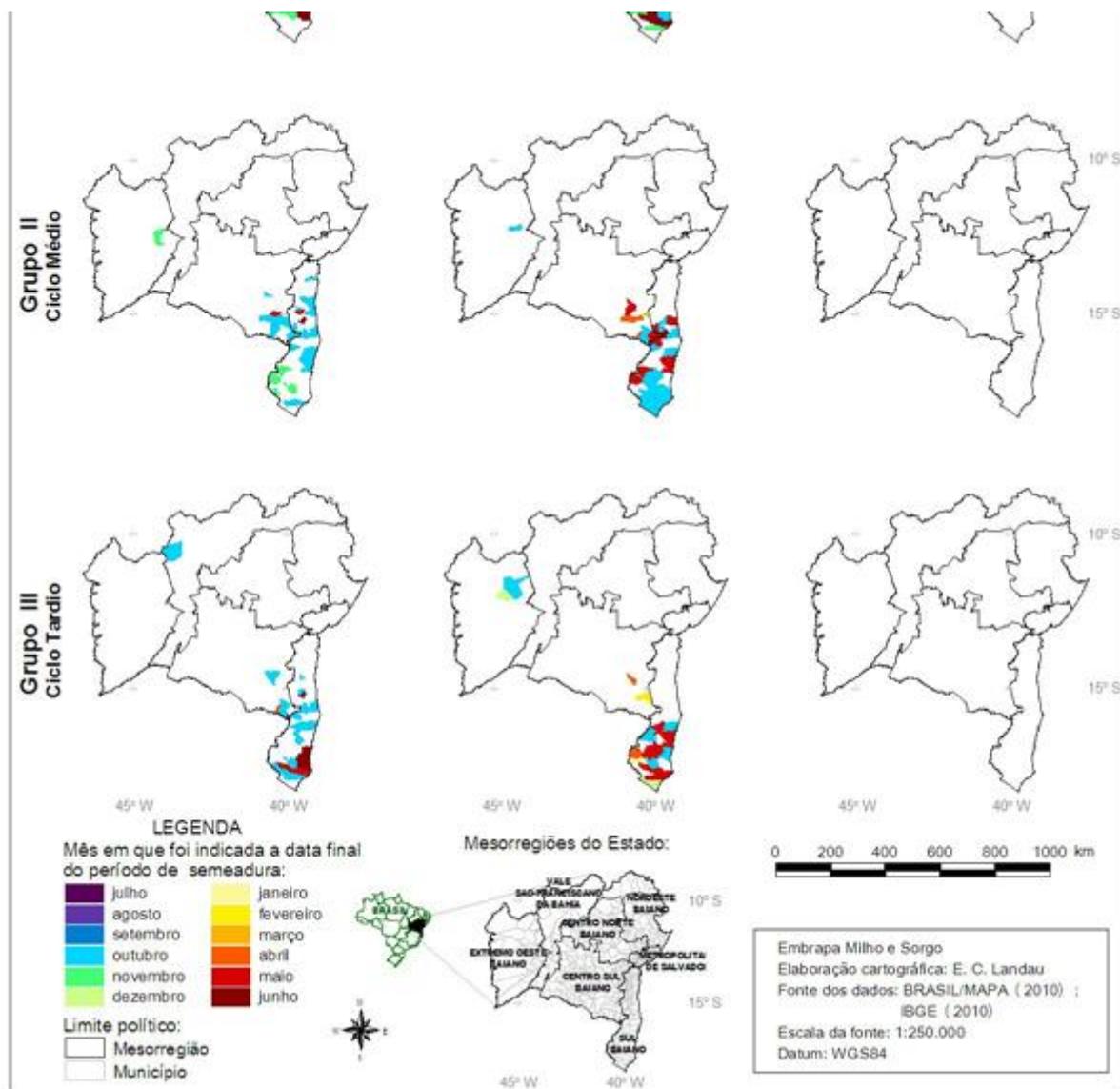




**Figura 11.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da **segunda** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado da Bahia considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.  
 Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 12.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da **segunda** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado da Bahia considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.  
 Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do Sorgo Granífero no Estado do Ceará em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado do Ceará foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 355 de 3 de dezembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 4 de dezembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos e com textura média. Todo o estado apresentou épocas aptas para plantio de sorgo granífero, variando entre 20 e 90 dias, conforme características da cultivar e solo considerados (Tabela 7, Figura 13). Em todo o estado foi indicada apenas uma época apta para plantio, sendo o início do período indicado no mês de janeiro, e finalizando entre janeiro e março, conforme a localização do município, e características de solo e cultivar considerados (Figuras 14 e 15, Tabela 8).

**Tabela 7.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado do Ceará, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

Grupo / Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	
Grupo I (Precoce)	Argiloso	100,00	49	90	82,54 ± 9,48	
	Textura média	100,00	49	90	75,36 ± 12,10	
	Arenoso	0,00	--	--	--	
Grupo II (Médio)	Argiloso	100,00	51	90	65,90 ± 13,68	
	Textura média	100,00	31	90	58,04 ± 14,83	
	Arenoso	0,00	--	--	--	
Grupo III (Tardio)	Argiloso	100,00	31	90	49,72 ± 17,02	
	Textura média	100,00	20	90	40,37 ± 17,61	
	Arenoso	0,00	--	--	--	

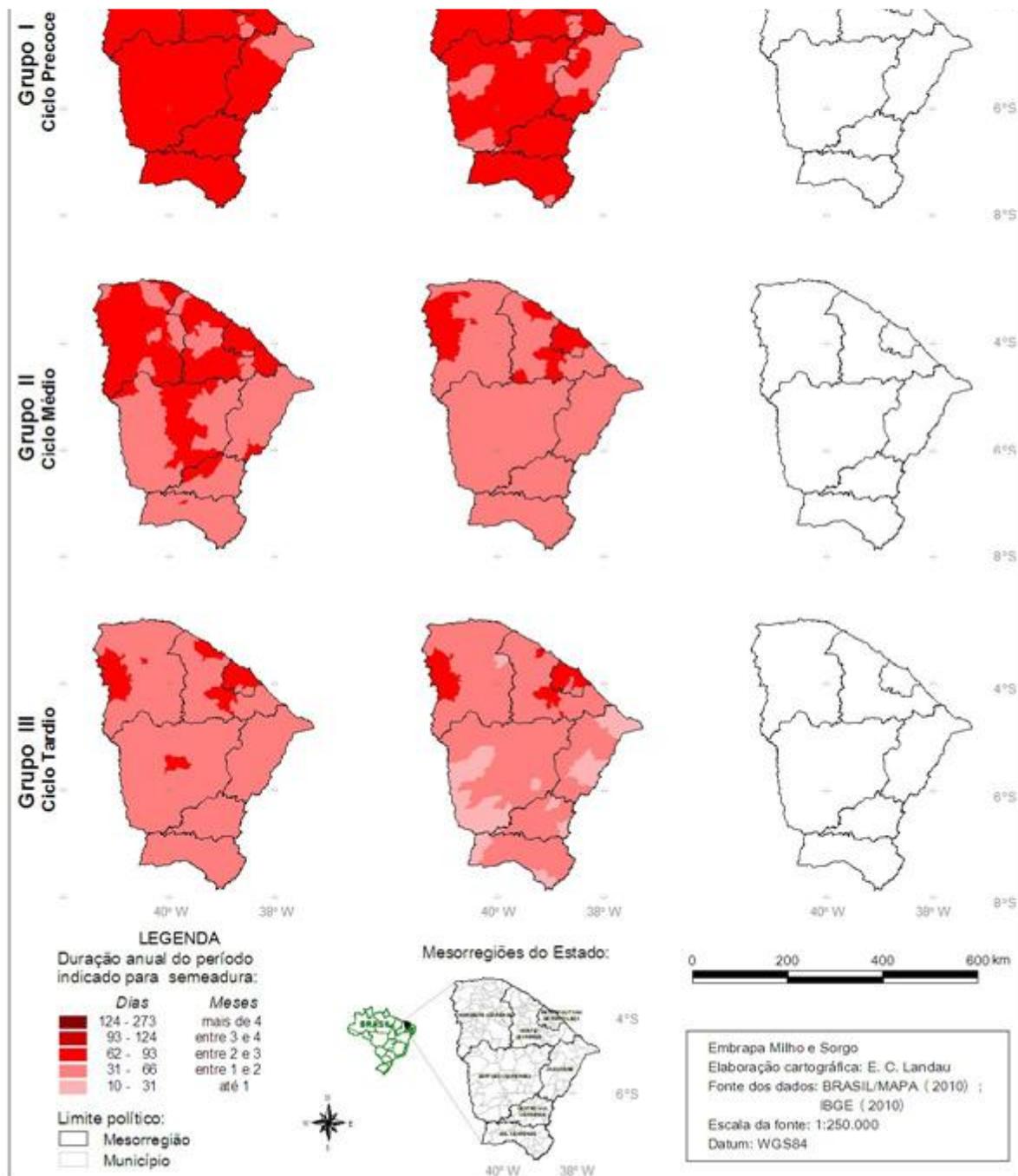
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 8.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado do Ceará, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B516)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

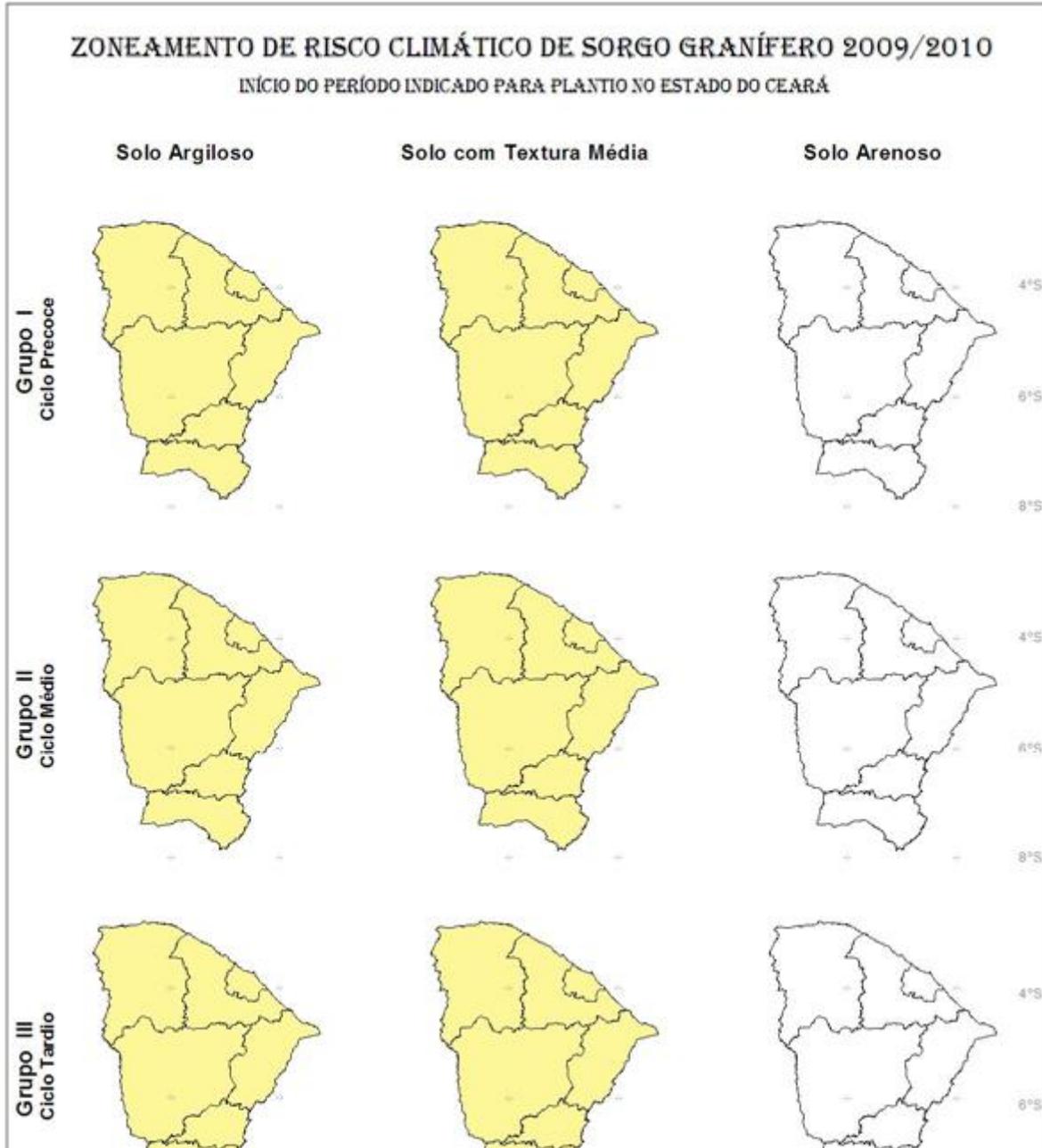




**Figura 13.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado do Ceará conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

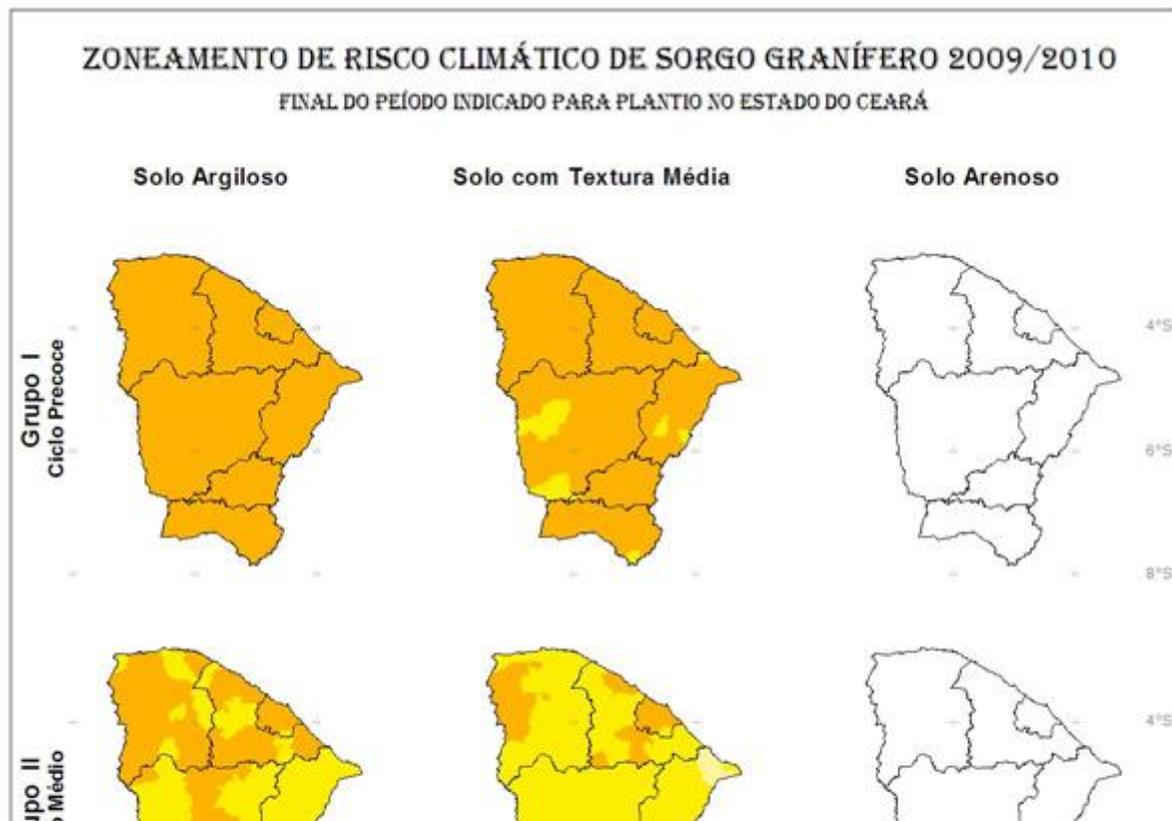


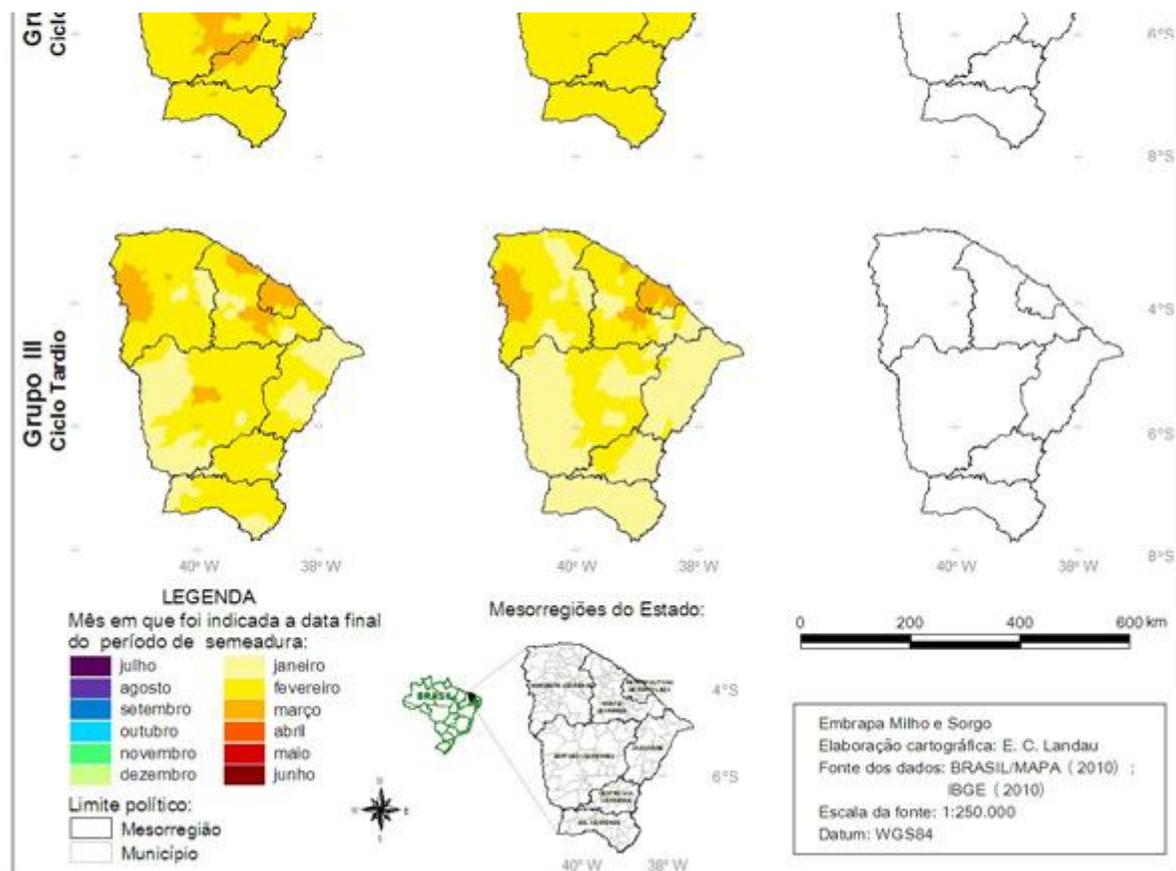


**Figura 14.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado do Ceará considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 15.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado do Ceará considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.  
 Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado do Maranhão em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado do Maranhão foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria N<sup>o</sup> 143 de 22 de julho de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 23 de julho de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). Este abrangeu solos argilosos, com textura média e arenosos, sendo considerados praticamente todos os municípios do estado (98,95%, que ocupam 99,62% da área do estado). Os períodos aptos para plantio variaram entre 52 e 151 dias, conforme características da cultivar e solo considerados (Tabela 9, Figura 16). Apenas um município (Bacabal, situado no centro maranhense, na Microrregião do Médio Mearim) apresentou indicação de duas épocas de plantio para cultivares de ciclo precoce em solos com textura média: a primeira entre os dias 1<sup>o</sup> e 20 de novembro de 2009, e a segunda entre os dias 11 de dezembro de 2009 e 20 de fevereiro de 2010.

Em relação às épocas aptas para semeadura, nos municípios situados na metade sul do estado (~sul do paralelo 7° S) predominou a indicação de plantio entre outubro e janeiro-fevereiro. Na maioria dos municípios localizados no nordeste do estado predominou a indicação de plantio entre outubro-novembro e fevereiro. A maioria dos municípios localizados no noroeste do estado apresentou indicação de plantio entre outubro-dezembro e fevereiro (Figuras 17 e 18, Tabela 10).

**Tabela 9.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado do Maranhão, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

Grupo / Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	
Grupo I (Precoce)	Argiloso	98,95	80	151	109,06 ± 23,97	
	Textura média	98,95	72	143	98,76 ± 24,56	
	Arenoso	98,95	80	151	102,64 ± 21,55	
Grupo II (Médio)	Argiloso	98,95	100	151	125,81 ± 17,39	
	Textura média	98,95	100	151	122,53 ± 15,55	
	Arenoso	98,95	90	143	118,08 ± 14,86	
Grupo III (Tardio)	Argiloso	98,95	62	151	119,50 ± 24,60	
	Textura média	98,95	62	151	124,59 ± 16,15	
	Arenoso	98,95	52	151	118,94 ± 12,03	

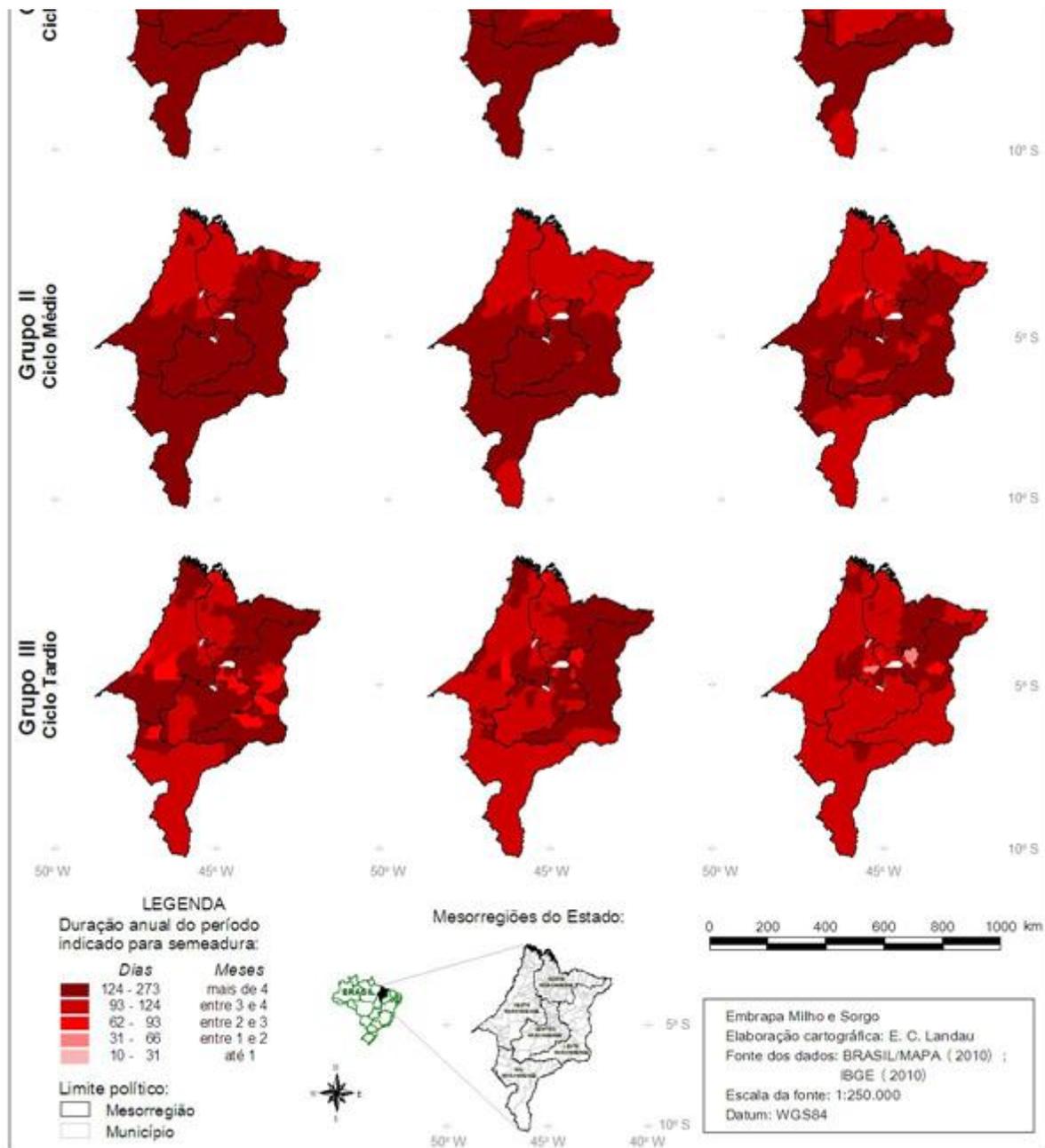
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 10.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado do Maranhão, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B947)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

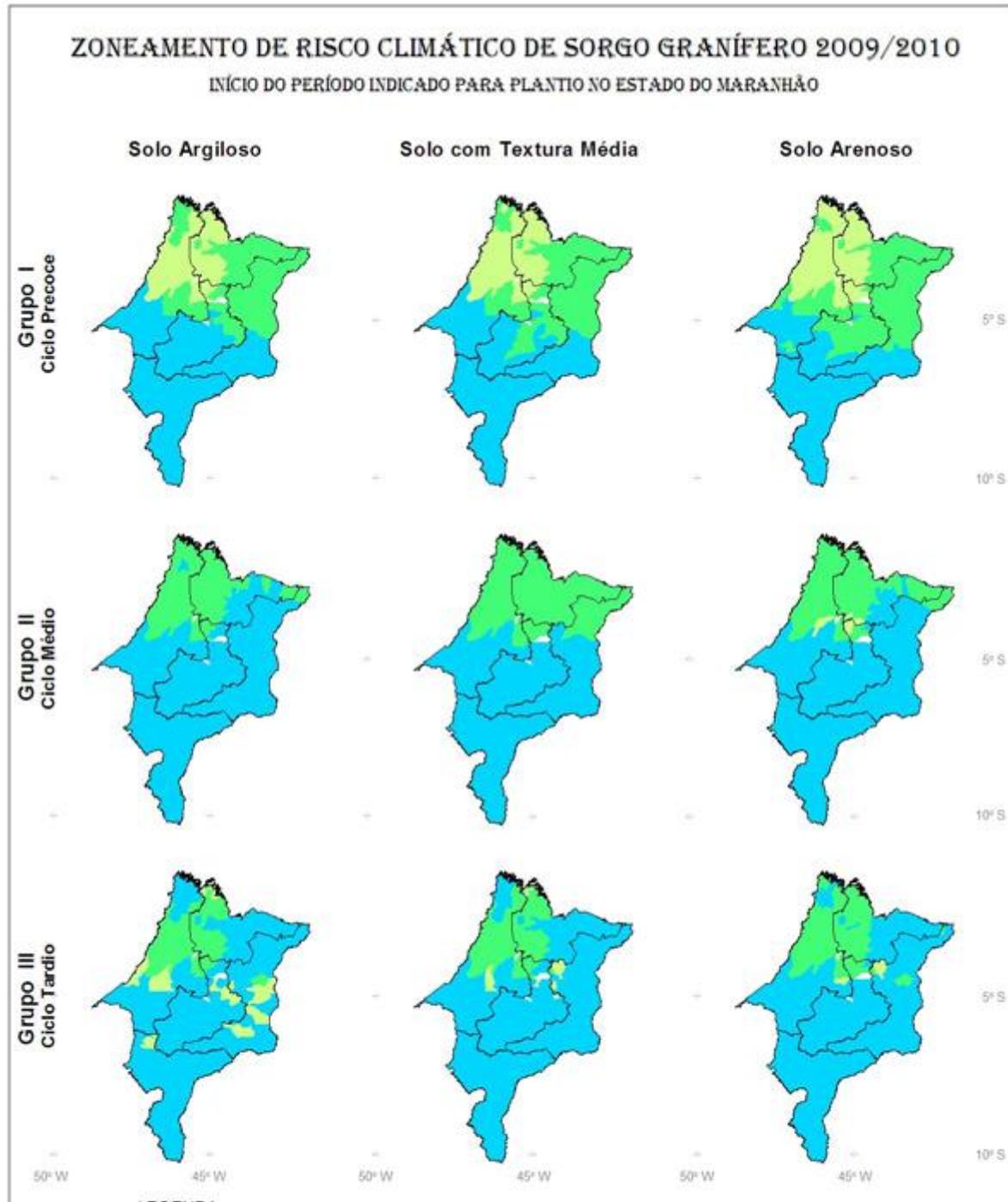




**Figura 16.** Duração anual dos períodos indicados para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado do Maranhão conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



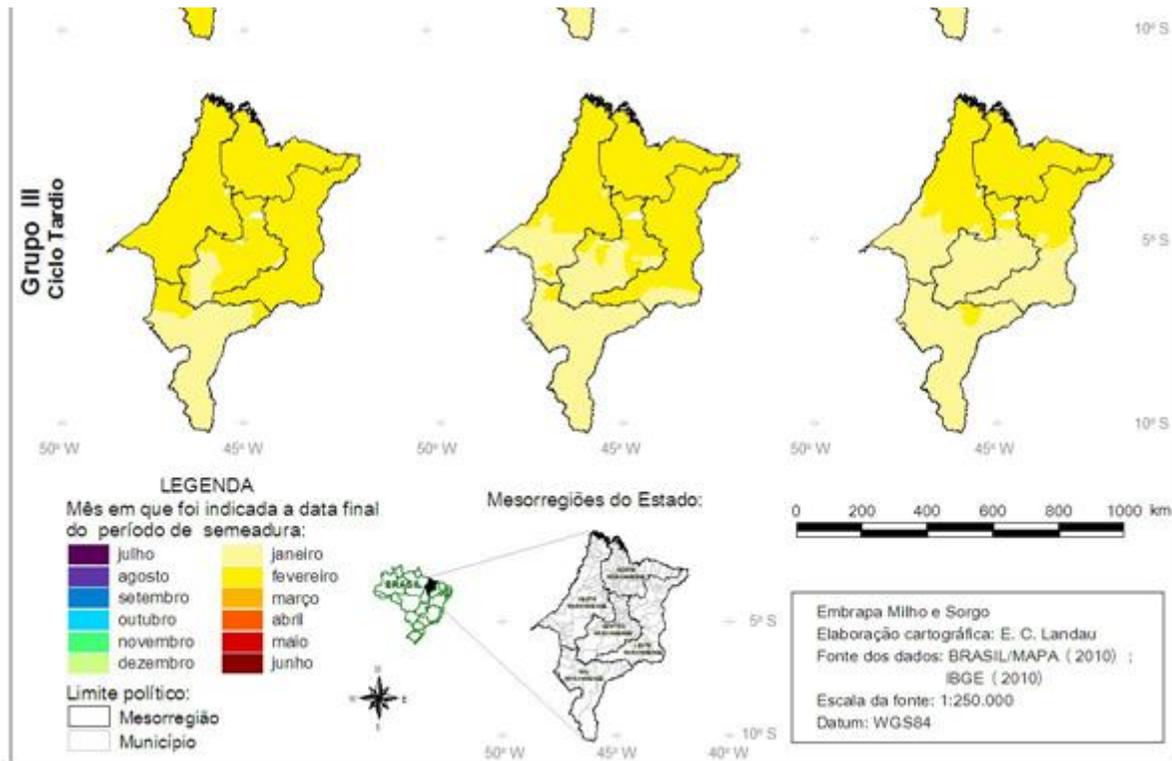


**Figura 17.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época principal de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado do Maranhão considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 18.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época principal de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado do Maranhão considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do Sorgo Granífero no Estado da Paraíba em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado da Paraíba foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria No 256 de 3 de dezembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no 4 de dezembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento considerou solos argilosos e com textura média, tendo sido abrangidos praticamente todos os municípios do estado (94,2% dos municípios, que ocupam 95,85% da área do estado), excetuando-se os costeiros. A duração das épocas aptas para semeadura variou entre 20 e 181 dias, conforme características da cultivar e solo considerados, bem como da localização geográfica do município (Tabela 11, Figura 19). Aqueles situados entre 25 e 100 km da costa oceânica apresentaram períodos aptos mais extensos, já municípios localizados na porção central do estado apresentaram períodos aptos menores.

Em relação ao início do período apto para semeadura, na maior parte do estado foi indicado o plantio a partir de janeiro ou fevereiro, estendendo-se até janeiro-março no centro e oeste do estado; ou até maio-junho, na região situada entre 25 e 100 km da costa atlântica (Figuras 20 e 21, Tabela 12).

**Tabela 11.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado da Paraíba, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

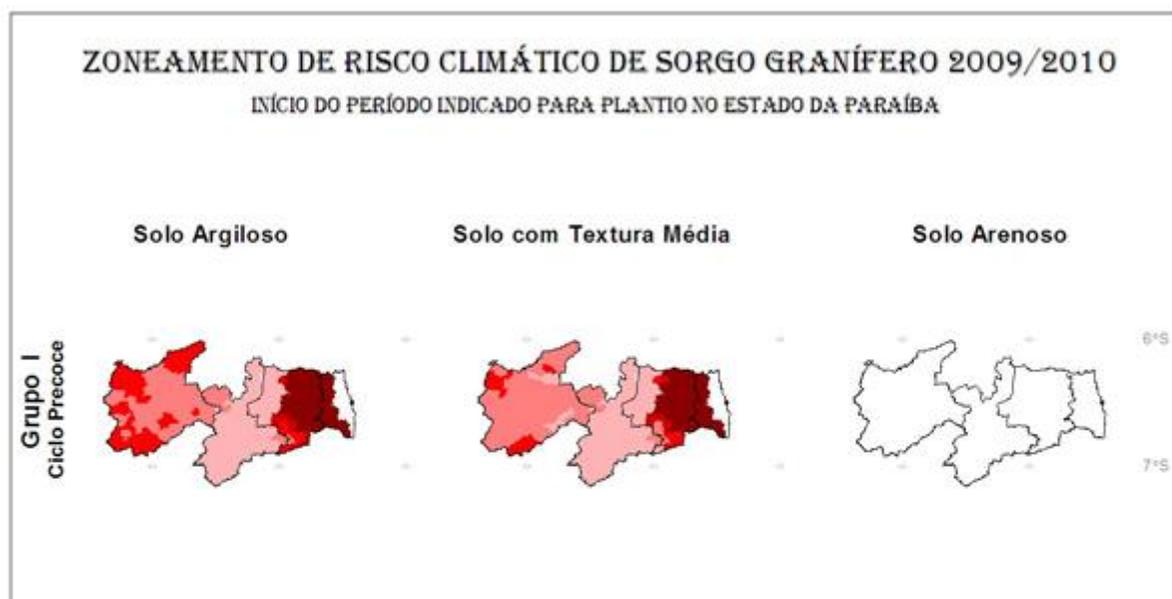
Grupo / Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	
Grupo I (Precoce)	Argiloso	94,20	20	181	86,12 ± 54,25	
	Textura média	94,20	20	181	76,77 ± 57,77	
	Arenoso	0,00	--	--	--	
Grupo II (Médio)	Argiloso	94,20	21	181	79,91 ± 59,62	
	Textura média	94,20	21	181	70,83 ± 57,22	
	Arenoso	0,00	--	--	--	
Grupo III (Tardio)	Argiloso	94,20	20	171	64,48 ± 57,33	
	Textura média	94,20	20	161	58,94 ± 53,70	
	Arenoso	0,00	--	--	--	

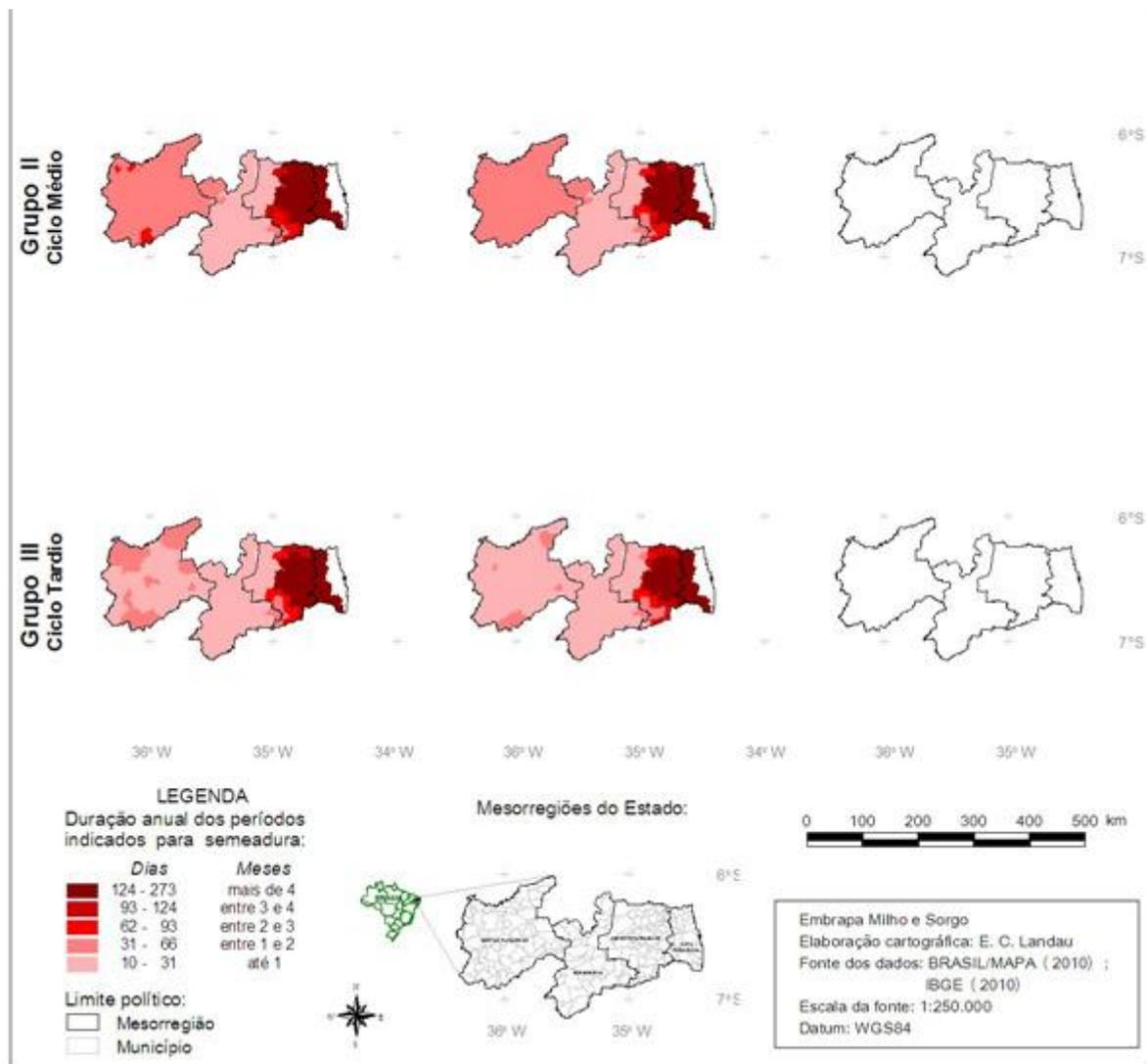
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 12.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado da Paraíba, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B2404)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





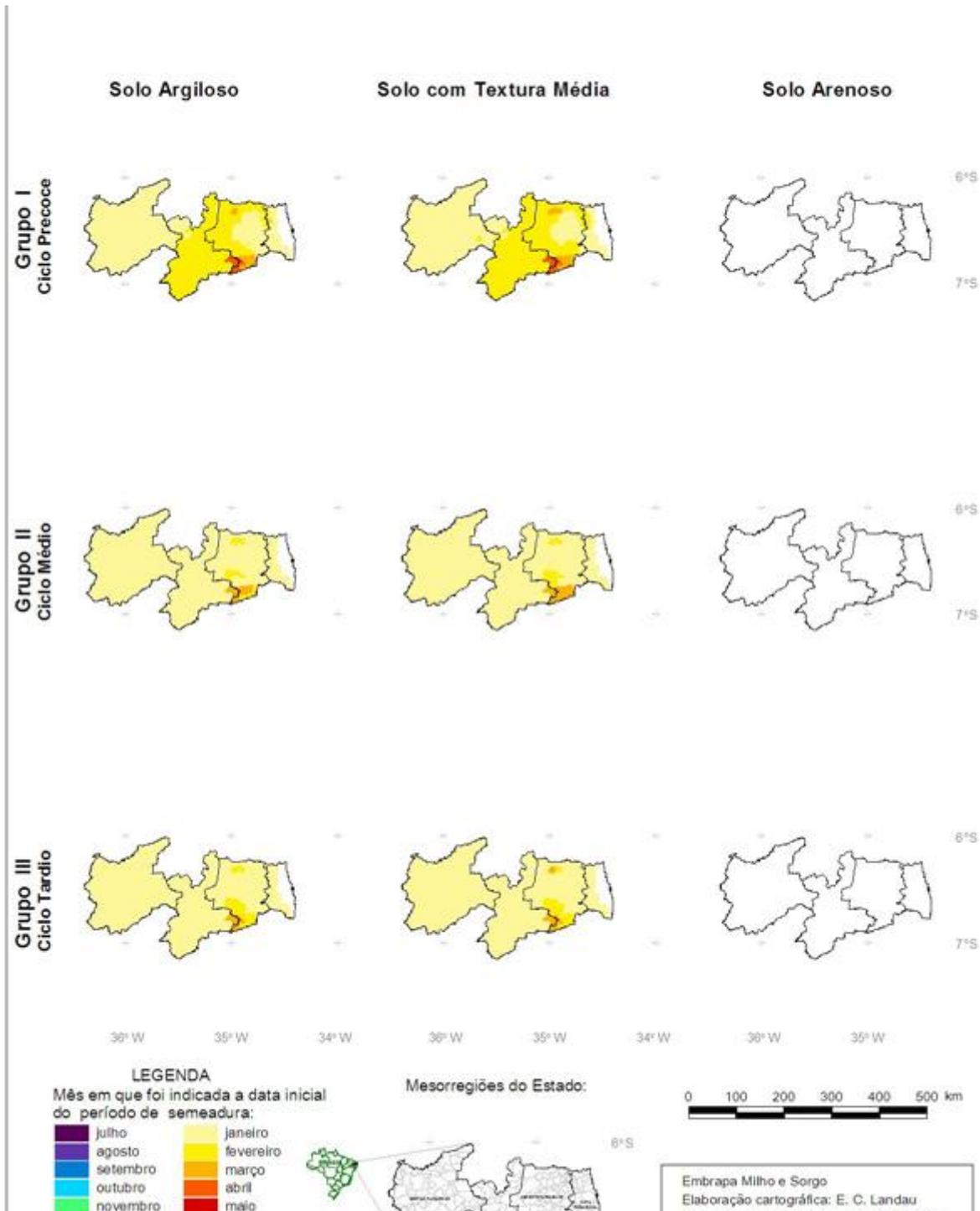
**Figura 19.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado da Paraíba, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

**ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO DE SORGO GRANÍFERO 2009/2010**

INÍCIO DO PERÍODO INDICADO PARA PLANTIO NO ESTADO DA PARAÍBA

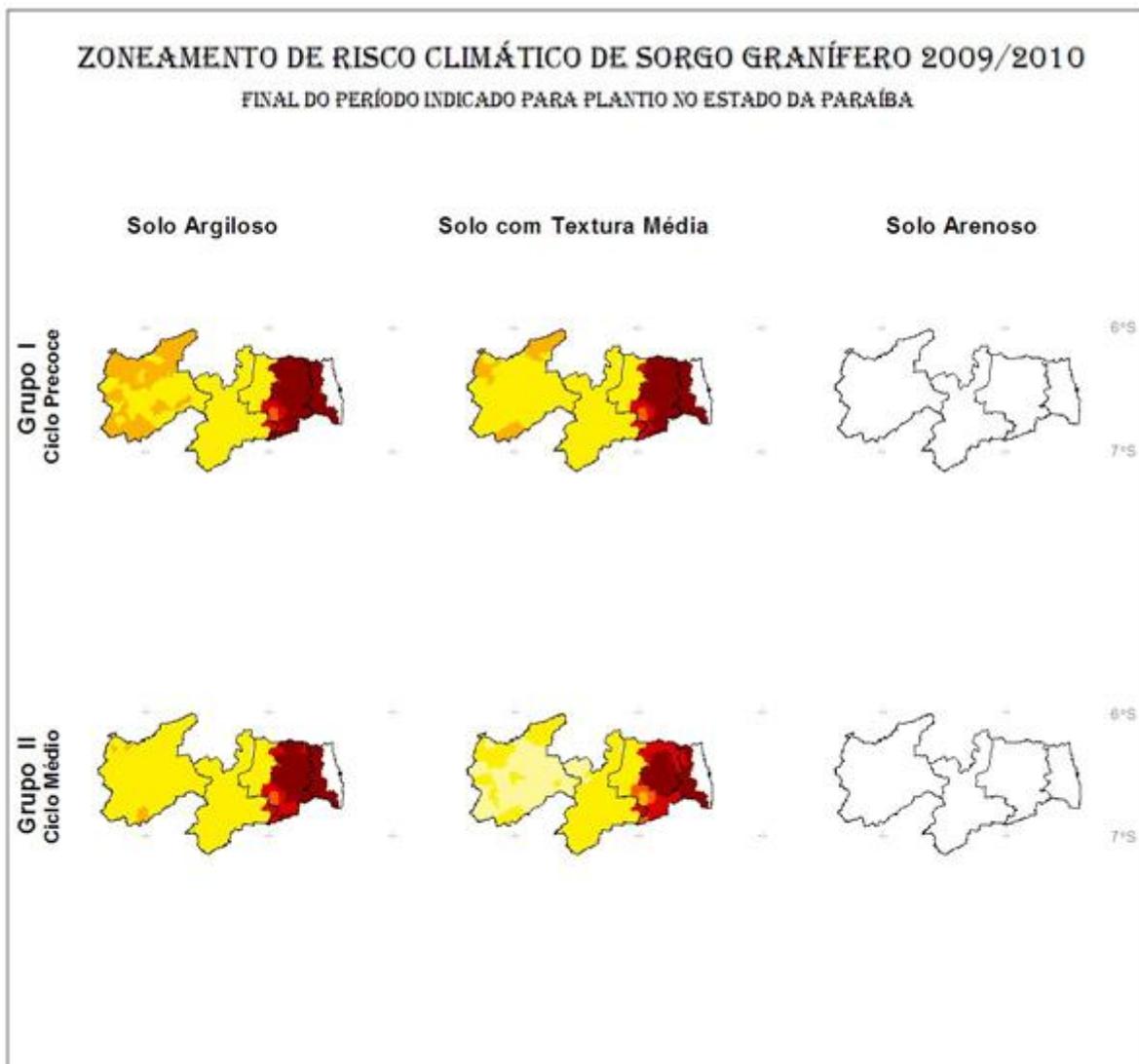


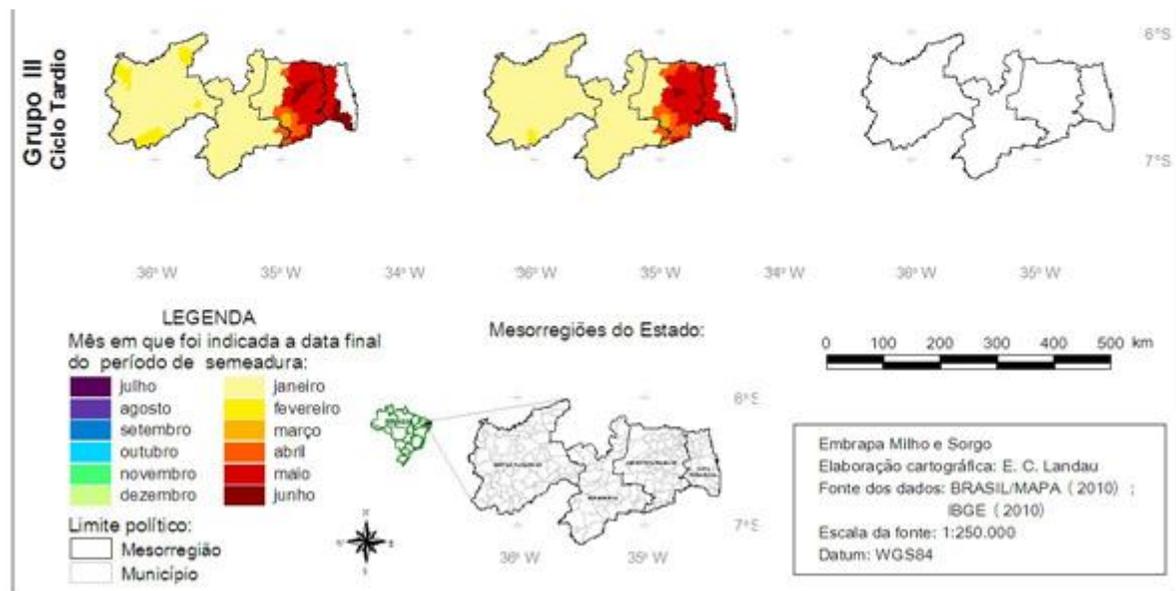


**Figura 20.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado da Paraíba considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 21.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado da Paraíba considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.  
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado de Pernambuco em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Pernambuco foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 282 de 13 de novembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no 16 de novembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos e com textura média, tendo sido considerados aproximadamente 64% dos municípios do estado (64,32% dos municípios, que ocupam 78,65% da área do estado). A duração das épocas aptas para semeadura variou entre 10 e 89 dias, conforme características da cultivar e solo considerados, bem como localização geográfica (Tabela 13, Figura 22). Municípios situados até aproximadamente 50 km da costa não apresentaram épocas indicadas para plantio, assim como municípios localizados no sudoeste do estado. Municípios localizados entre 60 e 100 km da costa oceânica apresentaram períodos aptos mais extensos que os localizados no norte do estado.

Em relação às épocas consideradas aptas para semeadura, no centro e noroeste do estado foi indicada a realização de plantios entre dezembro-janeiro e fevereiro; na região situada entre 60 e 100 km da costa atlântica foi indicado o plantio entre fevereiro-abril e abril-maio (Figuras 23 e 24, Tabela 14).

**Tabela 13.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Pernambuco, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)
-------------	----------------	--	------------------------------------

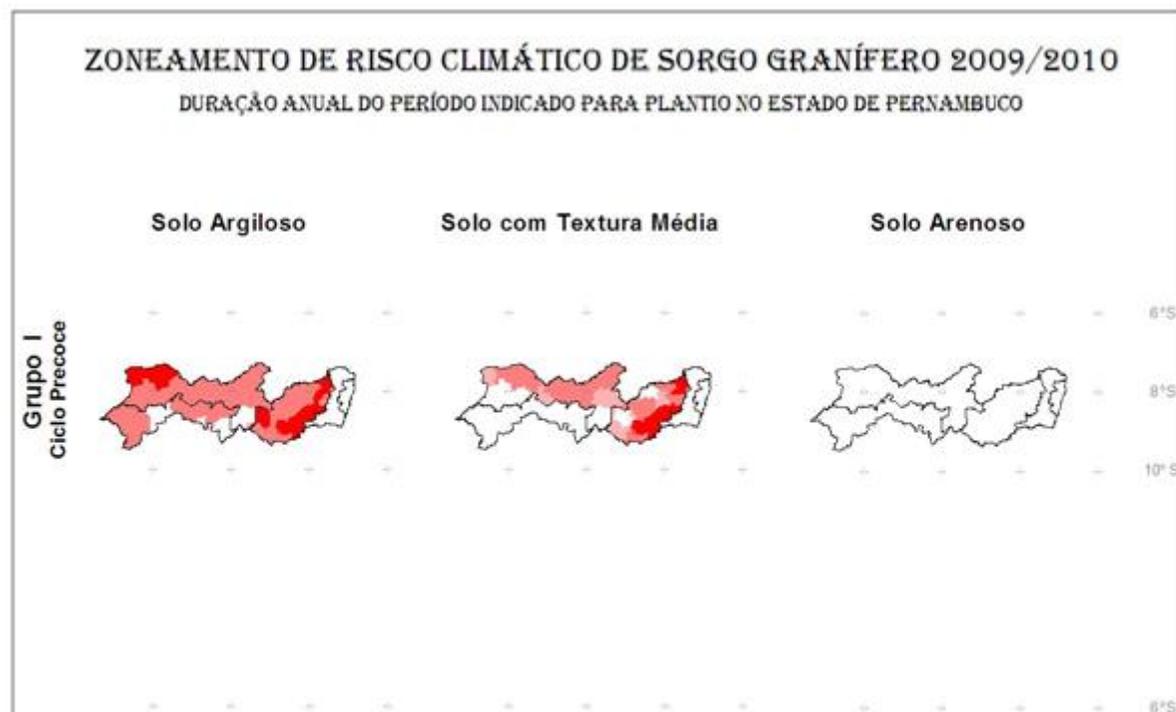
			Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão
Grupo I (Precoce)	Argiloso	64,32	20	89	61,84 ± 13,58
	Textura média	54,05	10	79	57,23 ± 17,96
	Arenoso	0,00	--	--	--
Grupo II (Médio)	Argiloso	64,32	20	89	61,84 ± 13,58
	Textura média	54,05	10	79	57,23 ± 17,96
	Arenoso	0,00	--	--	--
Grupo III (Tardio)	Argiloso	64,32	20	89	61,84 ± 13,58
	Textura média	54,05	10	79	57,23 ± 17,96
	Arenoso	0,00	--	--	--

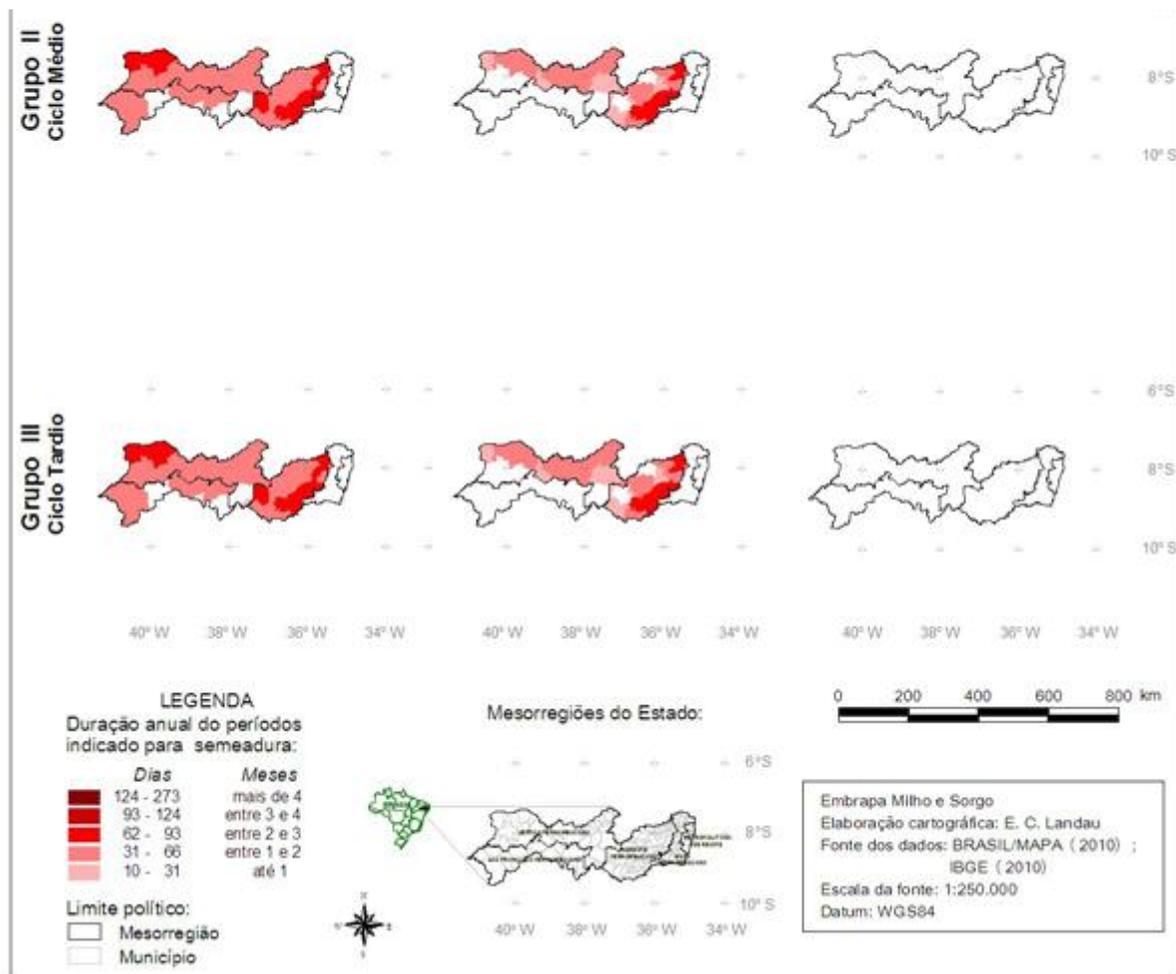
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 14.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Pernambuco, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B2615)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



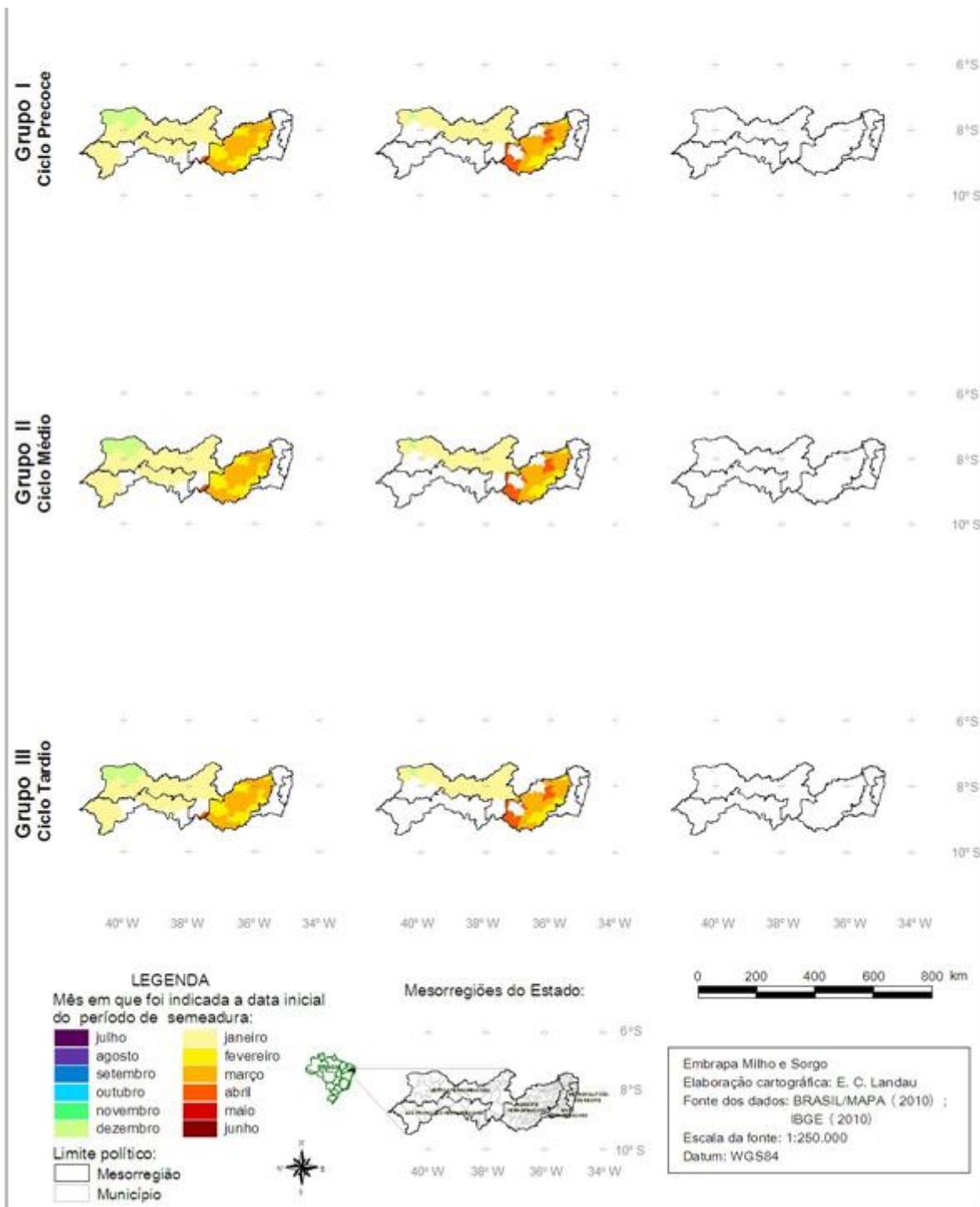


**Figura 22.** Duração anual do período indicado para sementeira de sorgo granífero nos municípios do Estado de Pernambuco, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

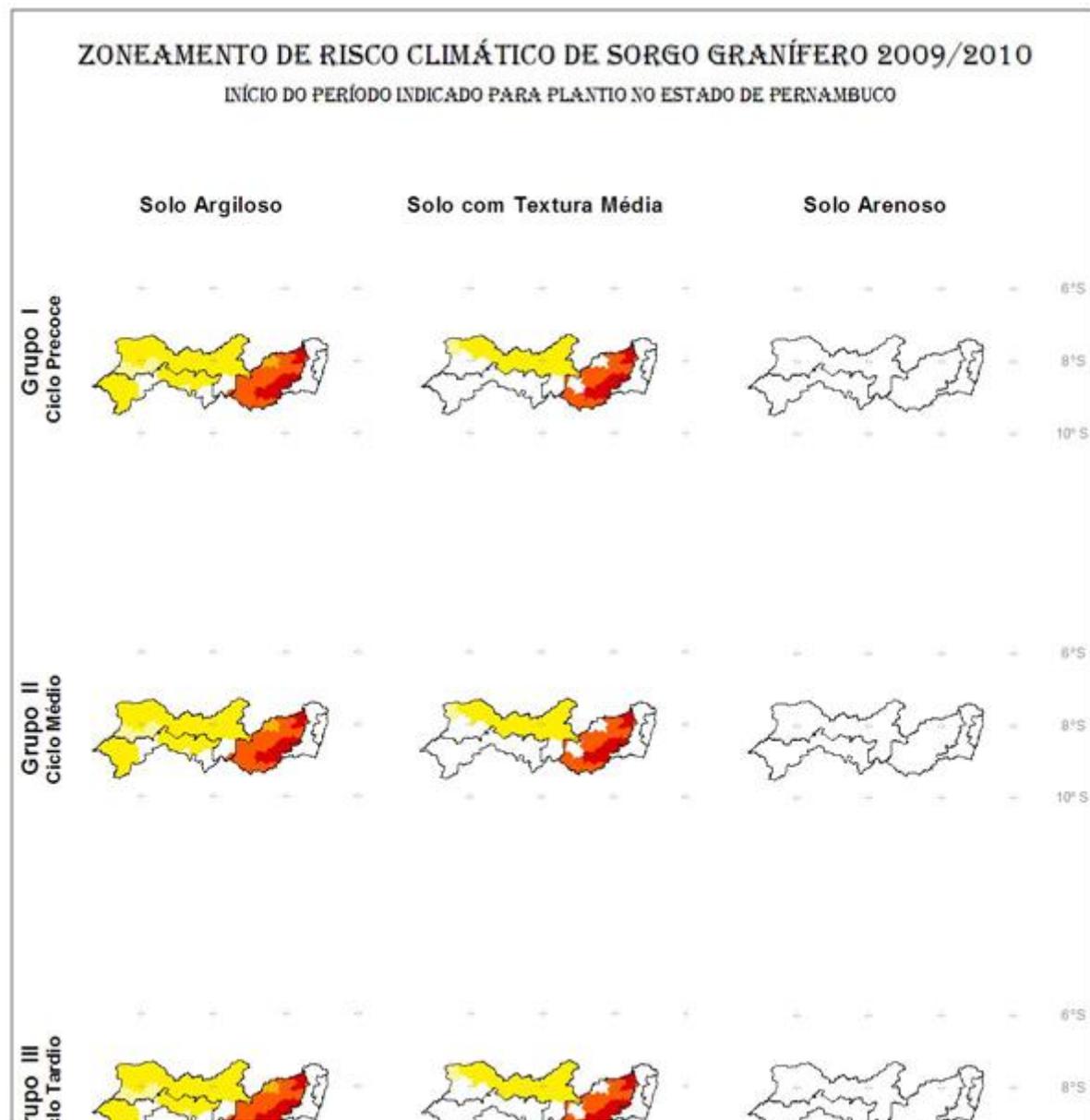


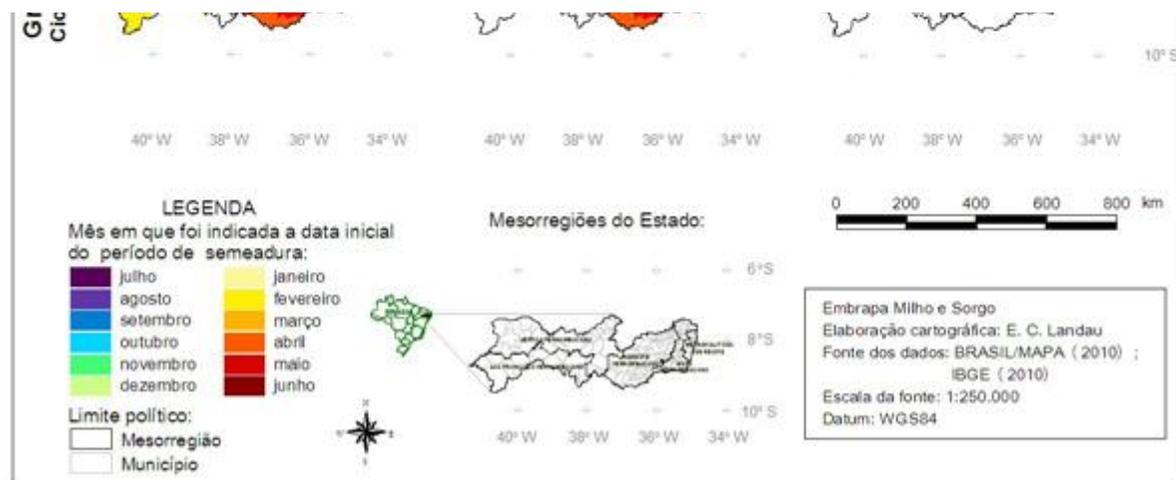


**Figura 23.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Pernambuco considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 24.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Pernambuco considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado do Piauí em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado do Piauí foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria No 144 de 22 de julho de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 23 de julho de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos, com textura média e arenosos, tendo sido considerados praticamente todos os municípios do estado (99,55% dos municípios, que ocupam 99,86% da área dele) (Tabela 15, Figura 25). A duração das épocas aptas para semeadura variou entre 10 e 151 dias, conforme características da cultivar e solo considerados, além da localização geográfica. Os municípios situados no sudeste do estado foram os que apresentaram menor duração do período apto para semeadura, ocorrendo municípios sem indicação de plantio de sorgo. Municípios localizados no oeste do estado foram os que apresentaram período apto para plantio mais extenso.

Em relação ao início do período apto para semeadura, verifica-se um certo gradiente espaço-temporal no sentido oeste-leste. Municípios situados no oeste do estado apresentaram indicação de plantio entre outubro e janeiro-fevereiro. Nos situados no centro do estado, predominou a indicação de plantio entre novembro e janeiro-fevereiro; já nos localizados no leste do estado, predominou a indicação de plantio entre novembro a janeiro e dezembro a janeiro (Figuras 26 e 27, Tabela 16).

**Tabela 15.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado do Piauí, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ±	Desvio Padrão

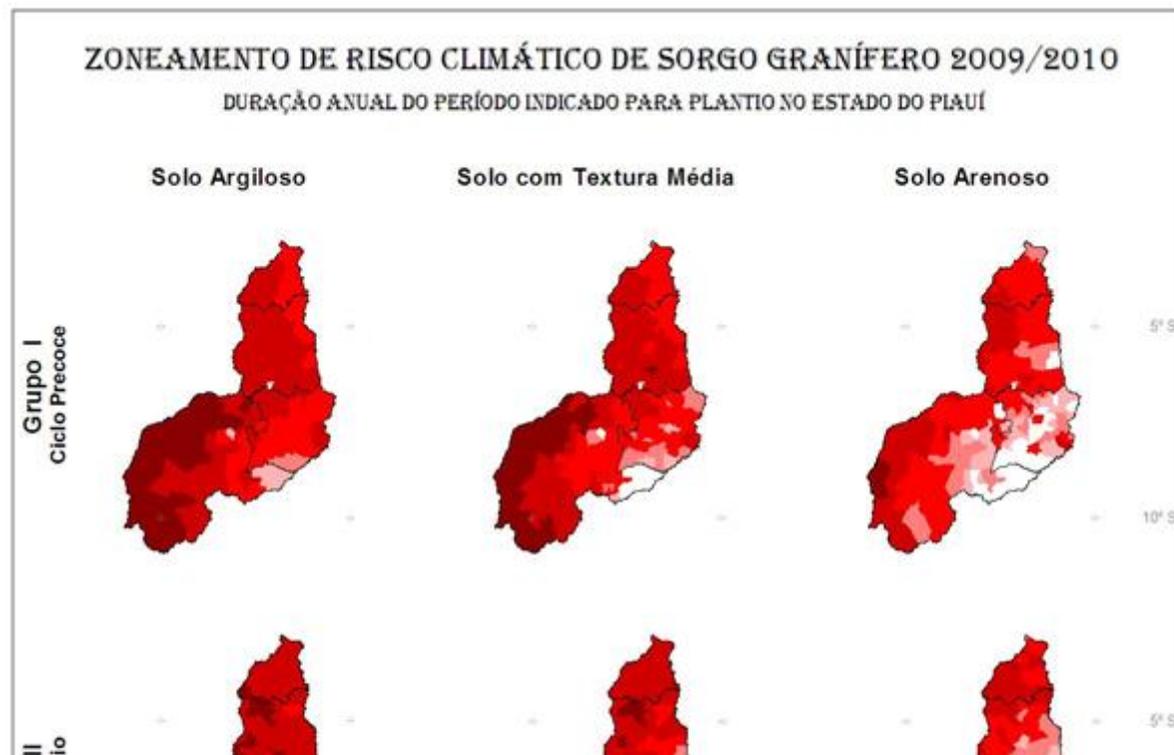
Grupo I (Precoce)	Argiloso	99,55	10	151	102,04 ± 23,20
	Textura média	97,31	10	151	93,06 ± 26,25
	Arenoso	86,55	10	143	73,50 ± 30,69
	Argiloso	99,55	21	151	112,72 ± 22,74
Grupo II (Médio)	Textura média	98,65	10	110	94,03 ± 26,88
	Arenoso	96,41	10	123	65,41 ± 37,15
	Argiloso	99,55	21	151	112,72 ± 22,74
Grupo III (Tardio)	Textura média	98,65	10	110	94,03 ± 26,88
	Arenoso	96,41	10	123	65,41 ± 37,15

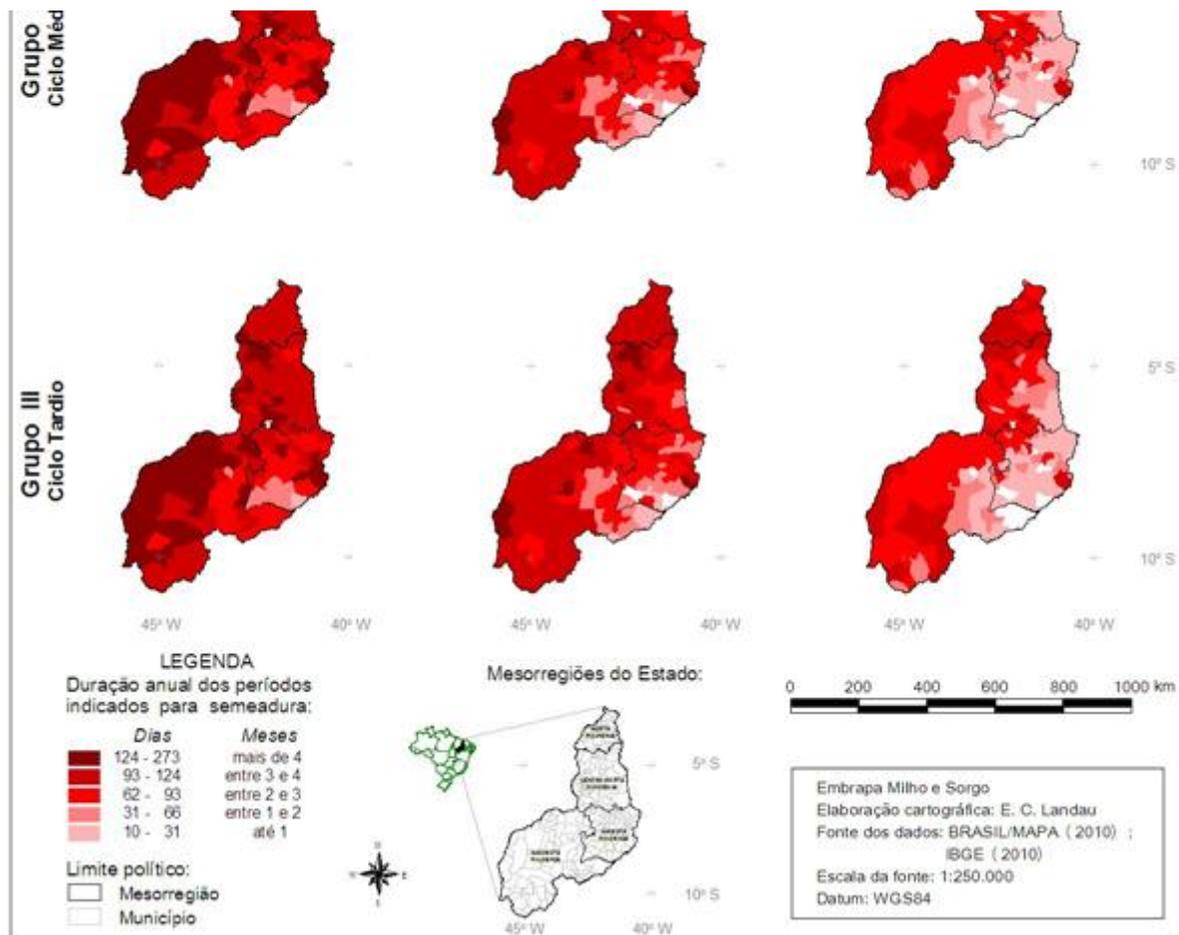
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 16** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado do Piauí, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B2734)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



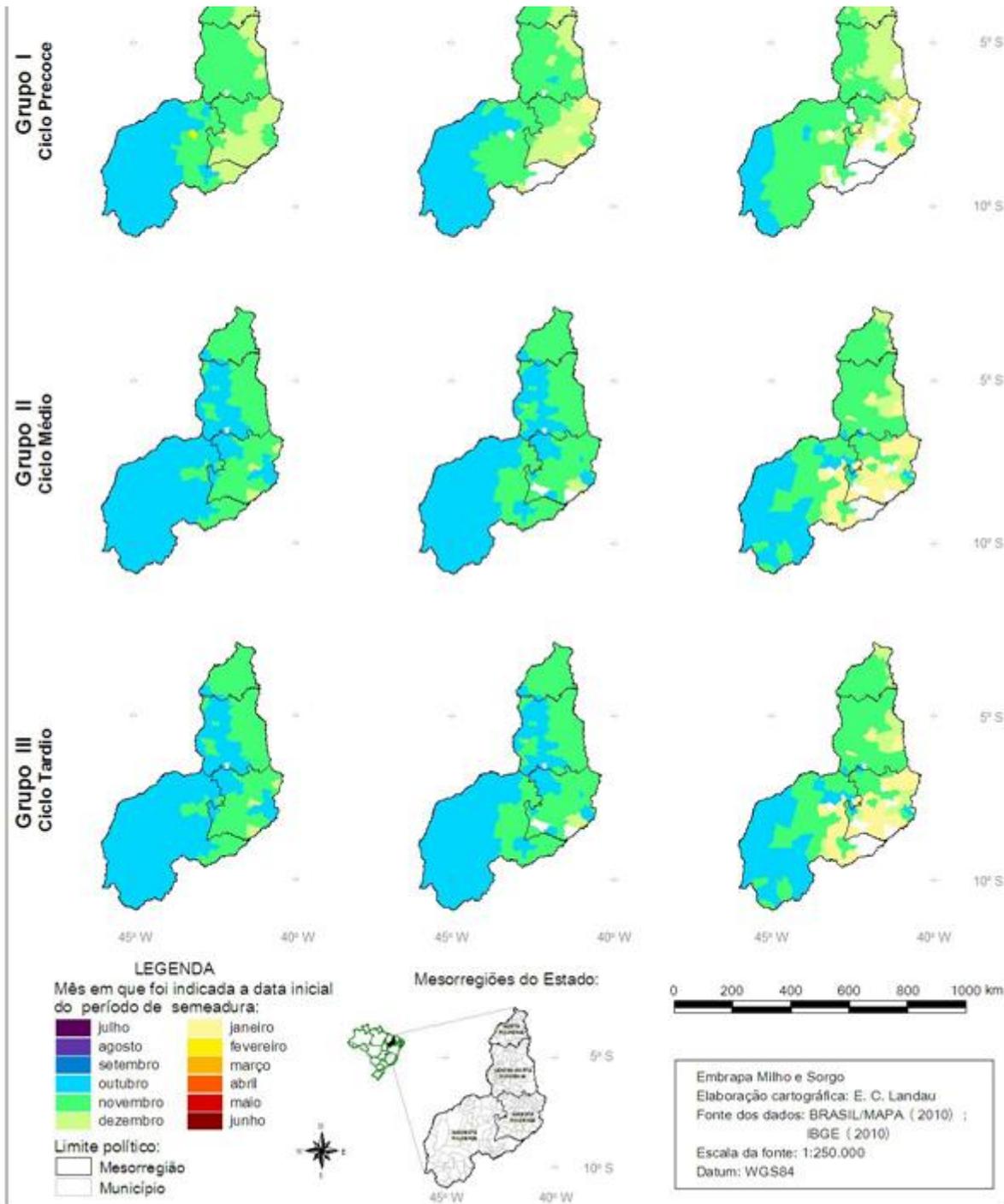


**Figura 25.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado do Piauí conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

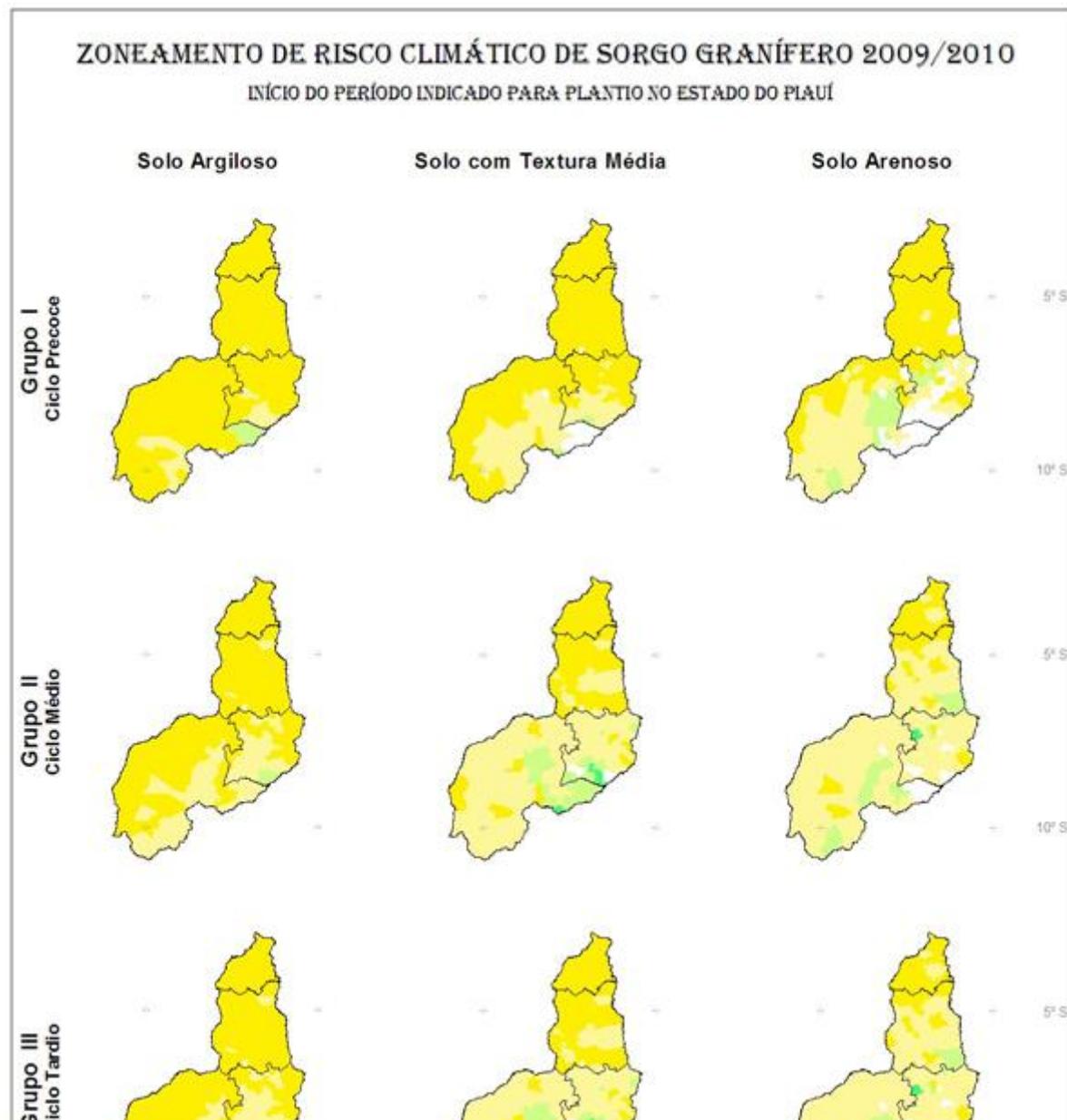


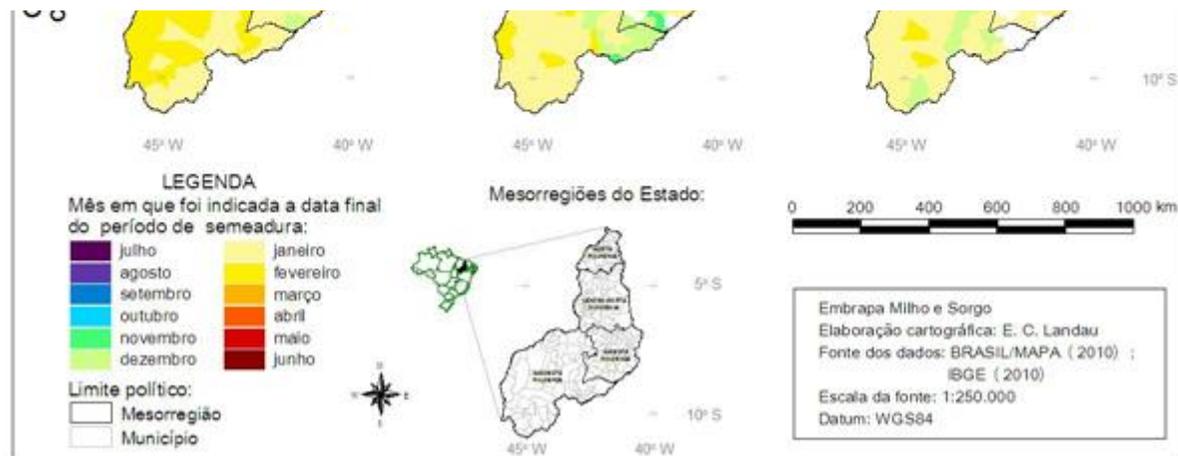


**Figura 26.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado do Piauí considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 27.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado do Piauí considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado do Rio Grande do Norte em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Rio Grande do Norte foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 357 de 3 de dezembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no 4 de dezembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos e com textura média, tendo sido considerados aproximadamente 76% dos municípios do estado (76,65% dos municípios, que ocupam 75,58% da área do estado). A duração das épocas aptas para semeadura variou entre 18 e 131 dias, conforme características da cultivar e solo considerados, bem como da localização geográfica (Tabela 17, Figura 28). Municípios situados no leste apresentaram período apto maior que os localizados no centro do estado. Vários municípios localizados na porção central do estado não apresentaram indicação de épocas aptas para semeadura.

Em relação ao início do período apto para semeadura, os municípios situados no oeste do estado apresentaram indicação de plantio entre janeiro e fevereiro-março; os localizados no centro do estado, entre janeiro-fevereiro e fevereiro-março, e os situados no leste do estado, entre fevereiro e maio (Figuras 29 e 30, Tabela 18).

**Tabela 17.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Rio Grande do Norte, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	
Grupo I (Precoce)	Argiloso	76,65	20	131	75,90 ± 30,75	
	Textura média	73,05	18	131	62,94 ± 34,30	
	Arenoso	0,00	--	--	--	

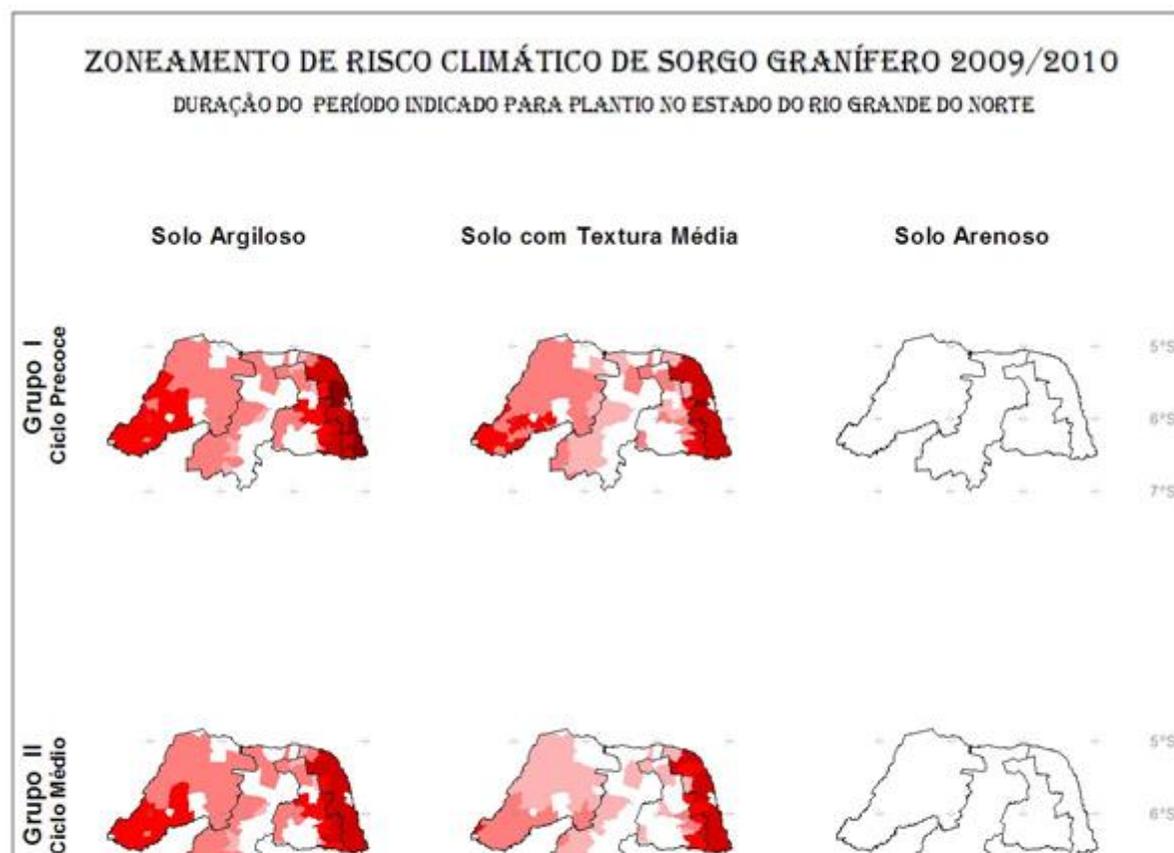
Grupo II (Médio)	Argiloso	76,65	20	120	72,82 ± 27,29
	Textura média	64,67	18	110	51,04 ± 29,53
	Arenoso	0,00	--	--	--
Grupo III (Tardio)	Argiloso	76,65	20	120	72,82 ± 27,29
	Textura média	64,67	18	110	51,04 ± 29,53
	Arenoso	0,00	--	--	--

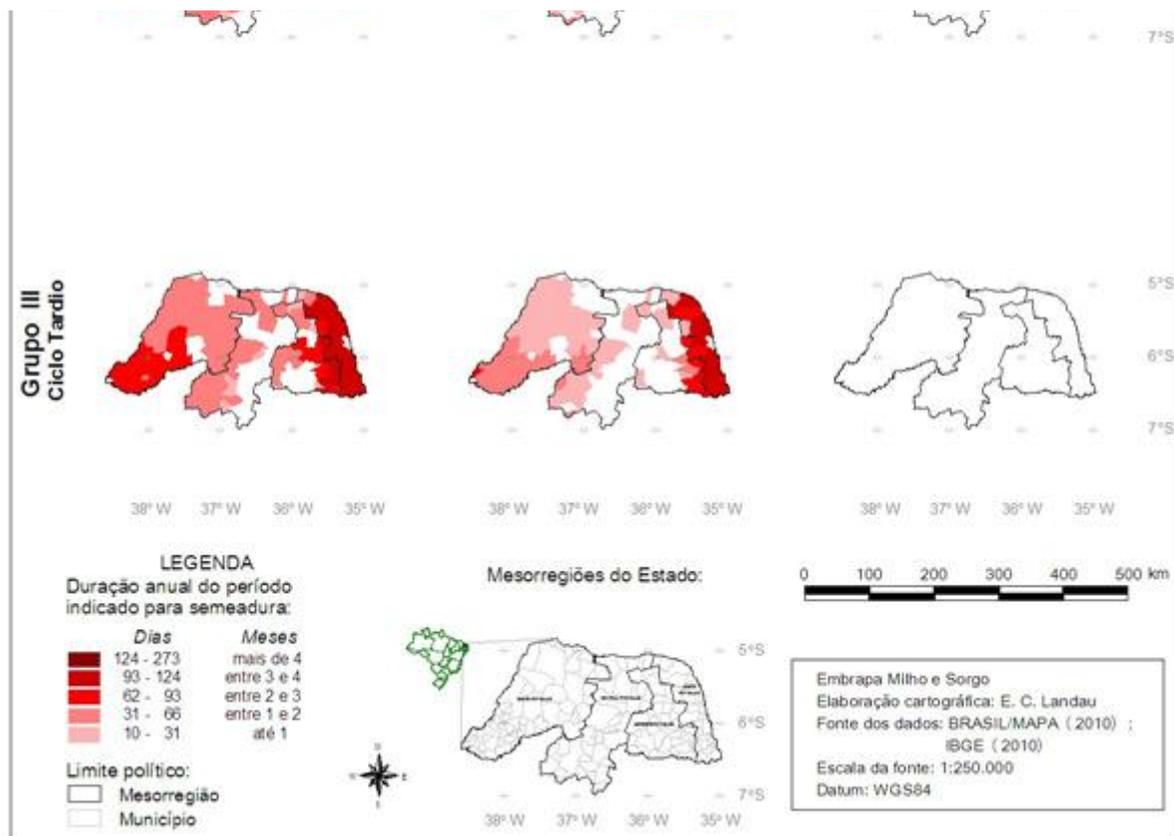
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 18.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Rio Grande do Norte, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B2956)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



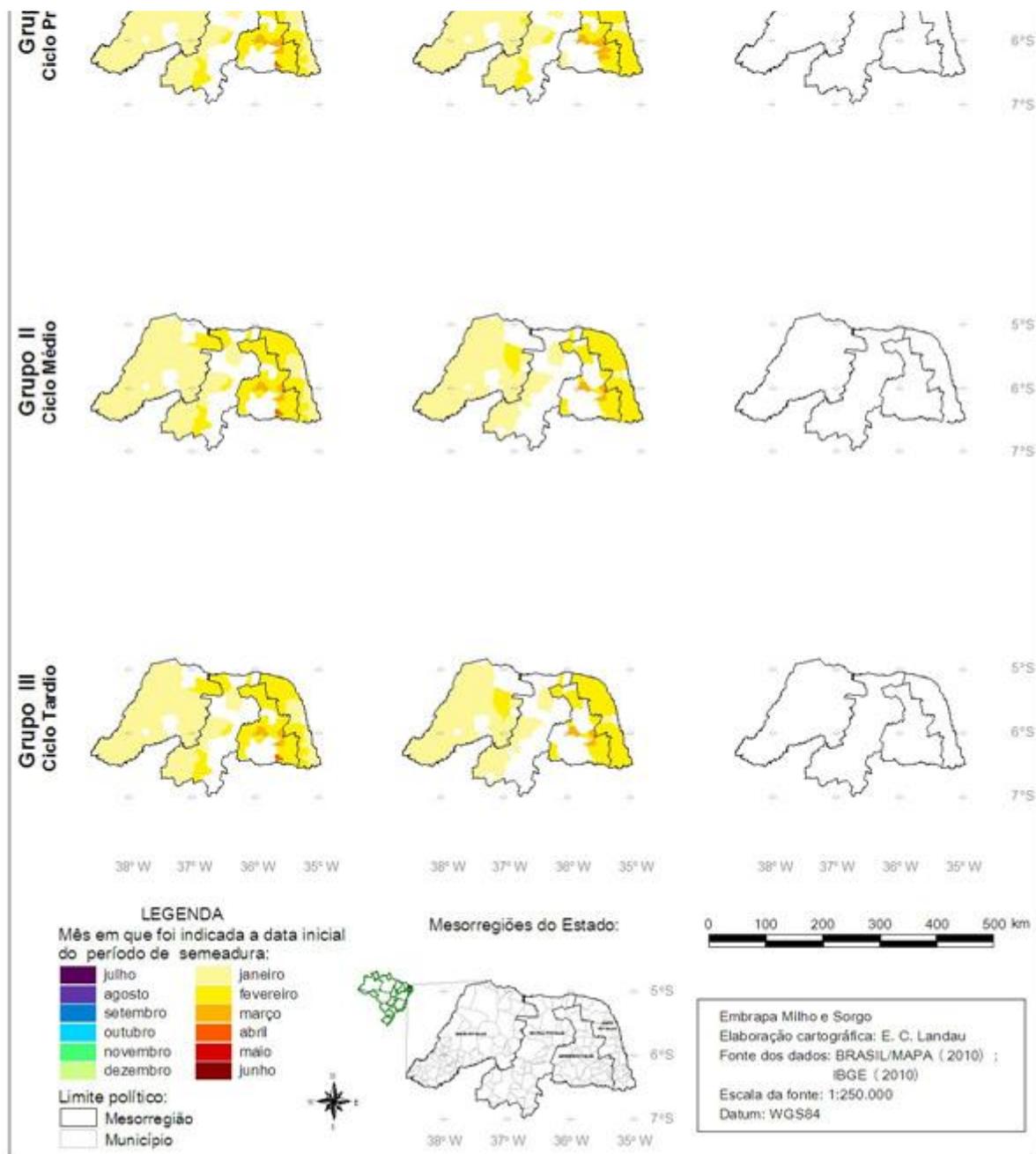


**Figura 28.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Rio Grande do Norte conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

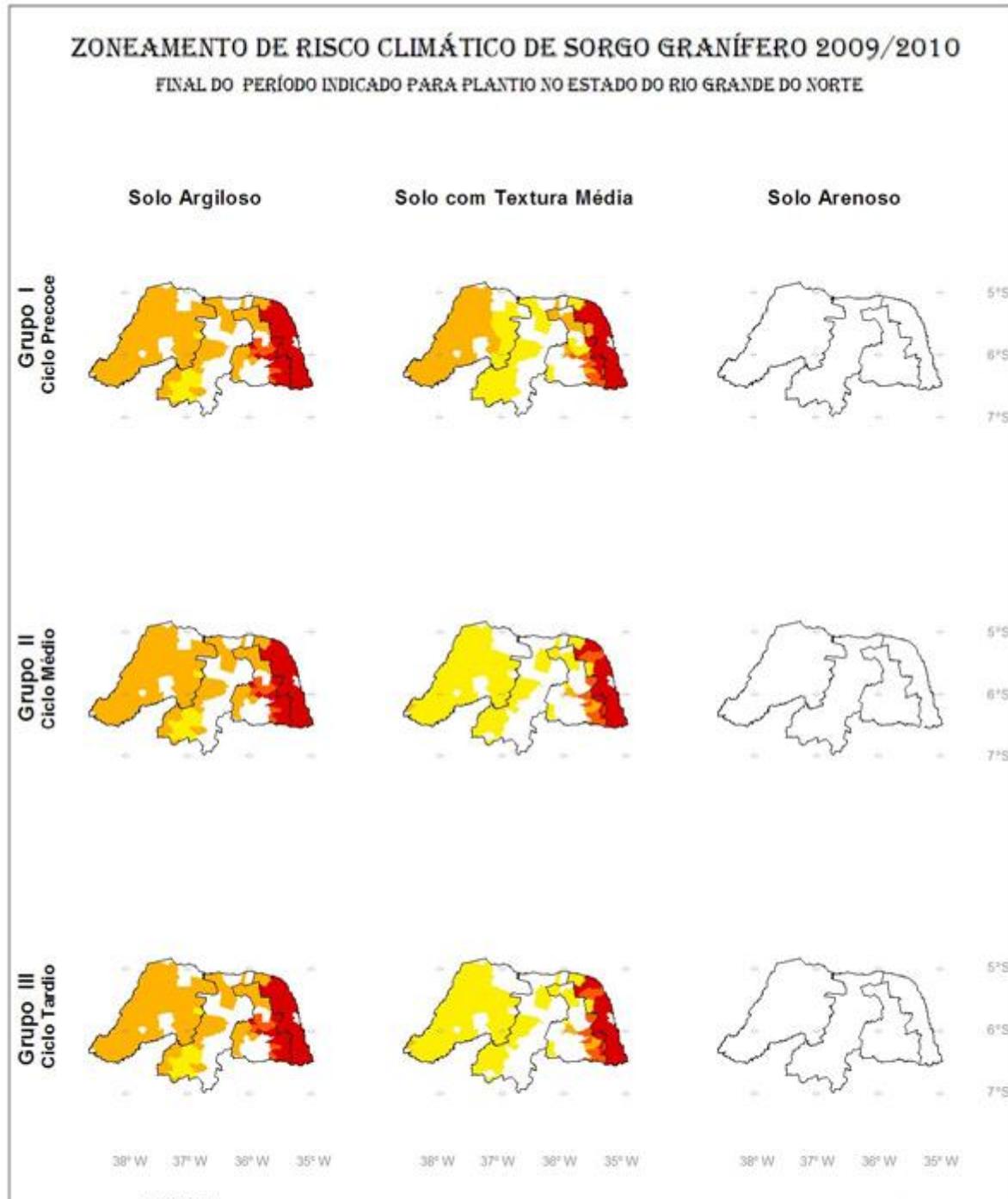




**Figura 29.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Rio Grande do Norte considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 30.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Rio Grande do Norte considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado de Sergipe em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Sergipe foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria No 13 de 11 de janeiro de 2010, publicada no Diário Oficial da União no dia 12 de janeiro de 2010 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos e com textura. Praticamente todos os municípios do estado apresentaram épocas aptas para plantio de sorgo granífero (98,67% dos municípios, que ocupam 97,06% da área do estado), variando entre 20 e 91 dias, conforme características da cultivar e solo considerados (Tabela 19, Figura 31). Municípios situados no centro do estado apresentaram períodos aptos para semeadura maiores que os demais. Municípios localizados no norte do estado não apresentaram épocas aptas para plantio de cultivares de ciclos normal e tardio.

Os períodos aptos para plantio no estado ocorrem entre abril-maio e maio-junho. Em Municípios mais próximos à região costeira, o plantio foi indicado mais tarde que para os demais municípios do estado (Figuras 32 e 33, Tabela 20).

**Tabela 19.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Sergipe, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

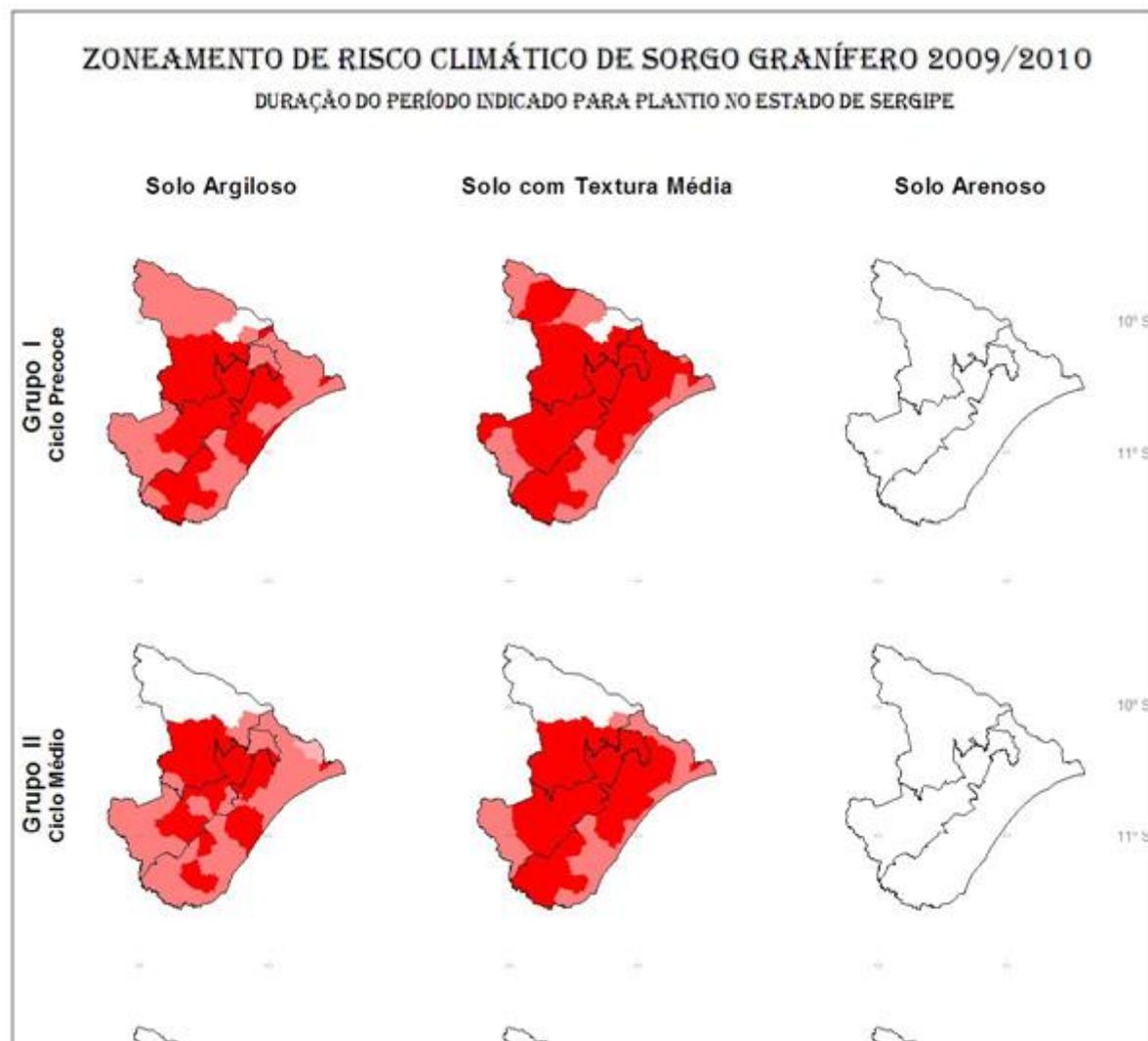
Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ±	Desvio Padrão
Grupo I (Precoce)	Argiloso	98,67	31	91	67,73 ±	13,80
	Textura média	98,67	--	--	82,08 ±	14,10
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo II (Médio)	Argiloso	93,33	20	81	59,40 ±	13,55
	Textura média	93,33	31	91	74,57 ±	15,23
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo III (Tardio)	Argiloso	93,33	20	81	59,40 ±	13,55
	Textura média	93,33	31	91	74,57 ±	15,23
	Arenoso	0,00	--	--	--	--

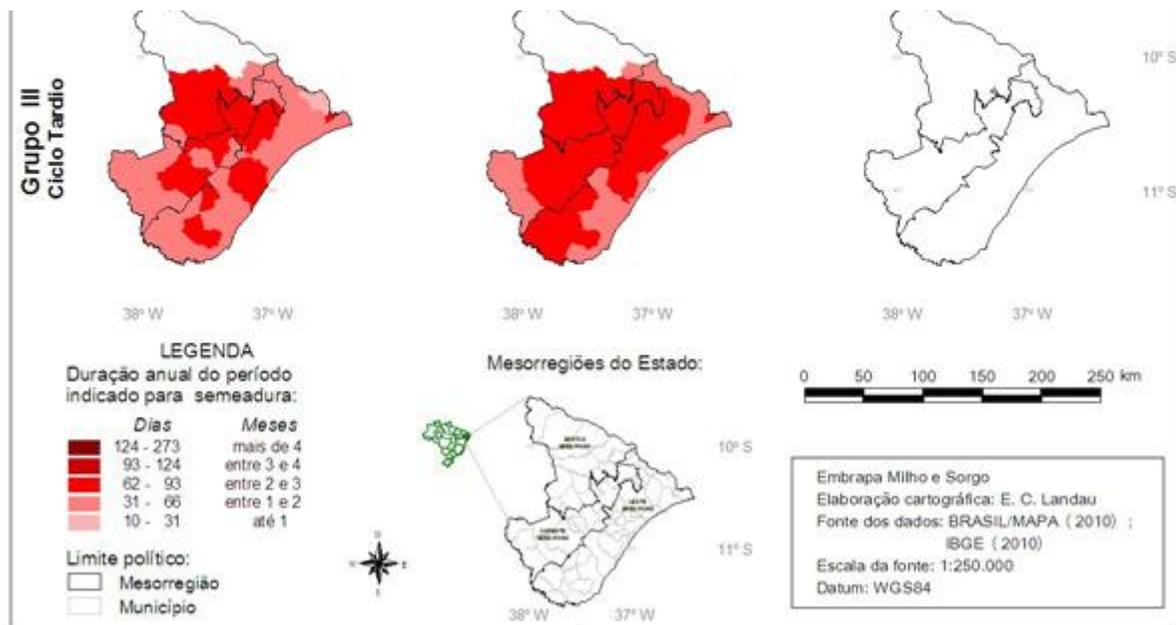
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 20.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Sergipe, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B3724)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

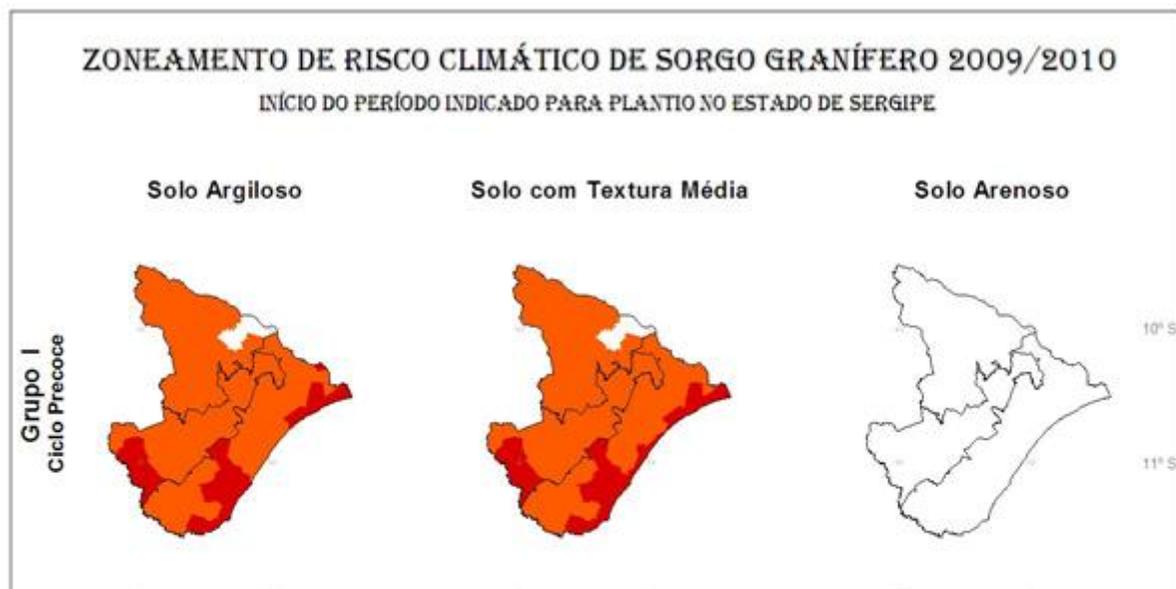


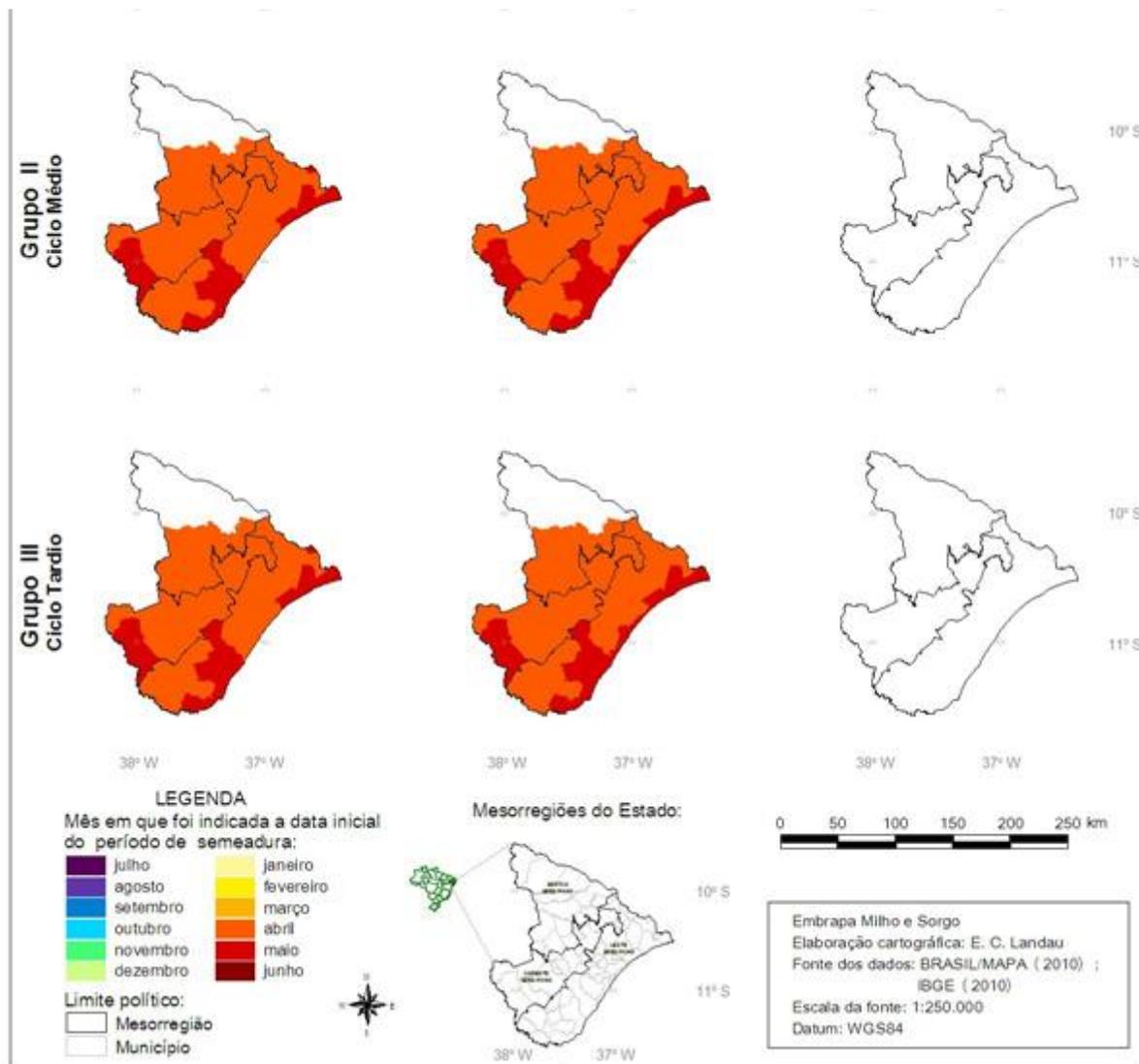


**Figura 31.** Duração anual do período indicado para sementeira de sorgo granífero nos municípios do Estado de Sergipe, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



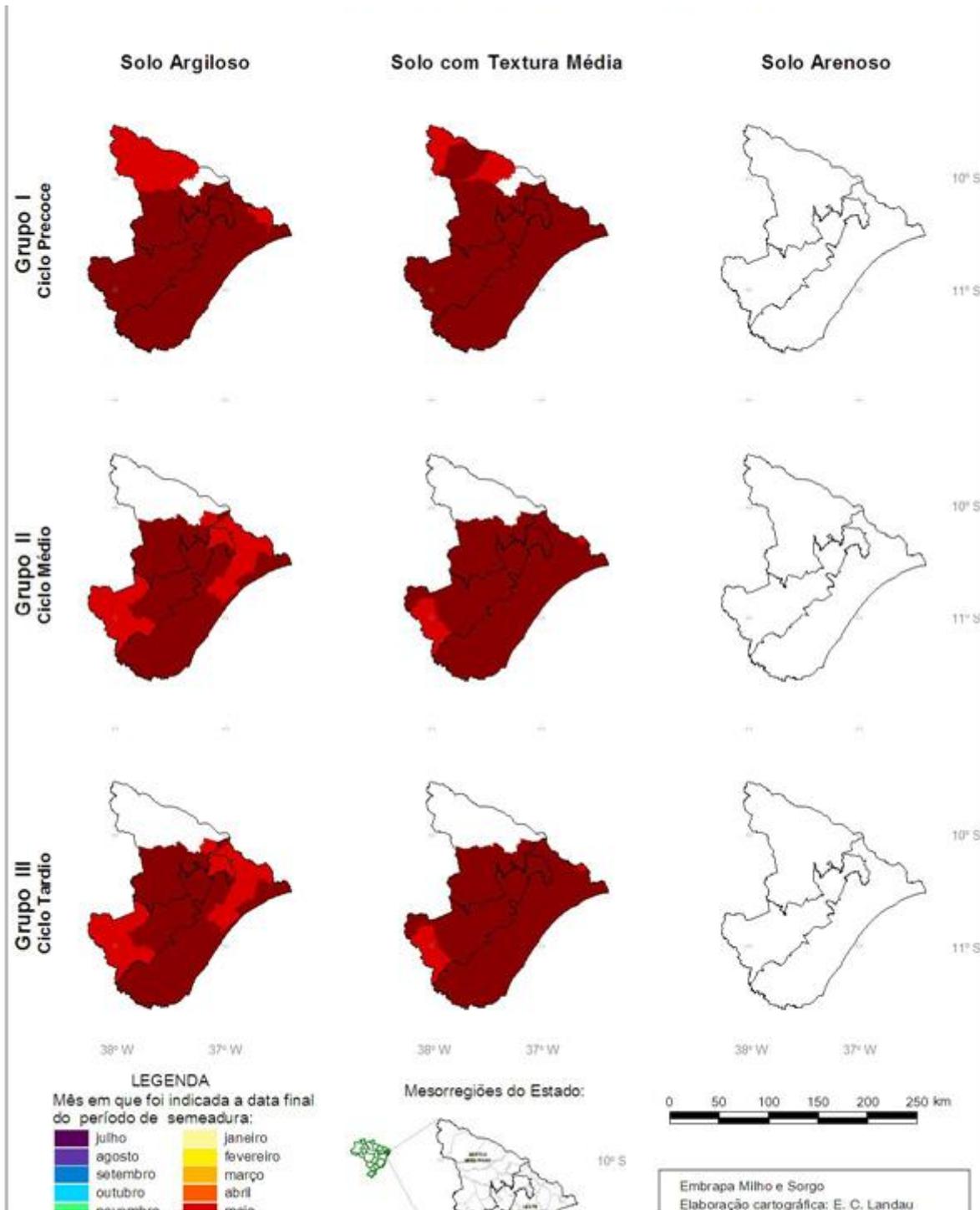


**Figura 32.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o início da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Sergipe considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

**ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO DE SORGO GRANÍFERO 2009/2010**  
 FINAL DO PERÍODO INDICADO PARA PLANTIO NO ESTADO DE SERGIPE





**Figura 33.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o final da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Sergipe considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado de Minas Gerais em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Minas Gerais foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 146 de 22 de julho de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 23 de julho de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos, com textura média e arenosos, tendo sido considerados praticamente todos os municípios do estado (99,53 dos municípios, que ocupam 99,85% da área do estado). A duração das épocas aptas para semeadura variou entre 10 e 182 dias, conforme características da cultivar e solo considerados, bem como da localização geográfica (Tabela 21, Figura 34). De uma forma geral, municípios situados no sudoeste do estado apresentaram período apto para plantio maior que os situados no extremo nordeste do estado. Aproximadamente 1/5 dos municípios do estado (20,52%, 175 municípios que ocupam 17,55 da área) apresentaram indicação de mais de uma época de plantio (Figura 35).

Em relação às datas indicadas para semeadura, a maioria dos municípios de Minas Gerais apresentou indicação de início do período apto para semeadura em outubro, estendendo-se até outubro-novembro, no caso dos municípios situados no nordeste do estado, e até março, no caso dos municípios localizados no sudoeste do estado (Figuras 36, 37, 38 e 39; Tabela 22).

**Tabela 21.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Minas Gerais, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

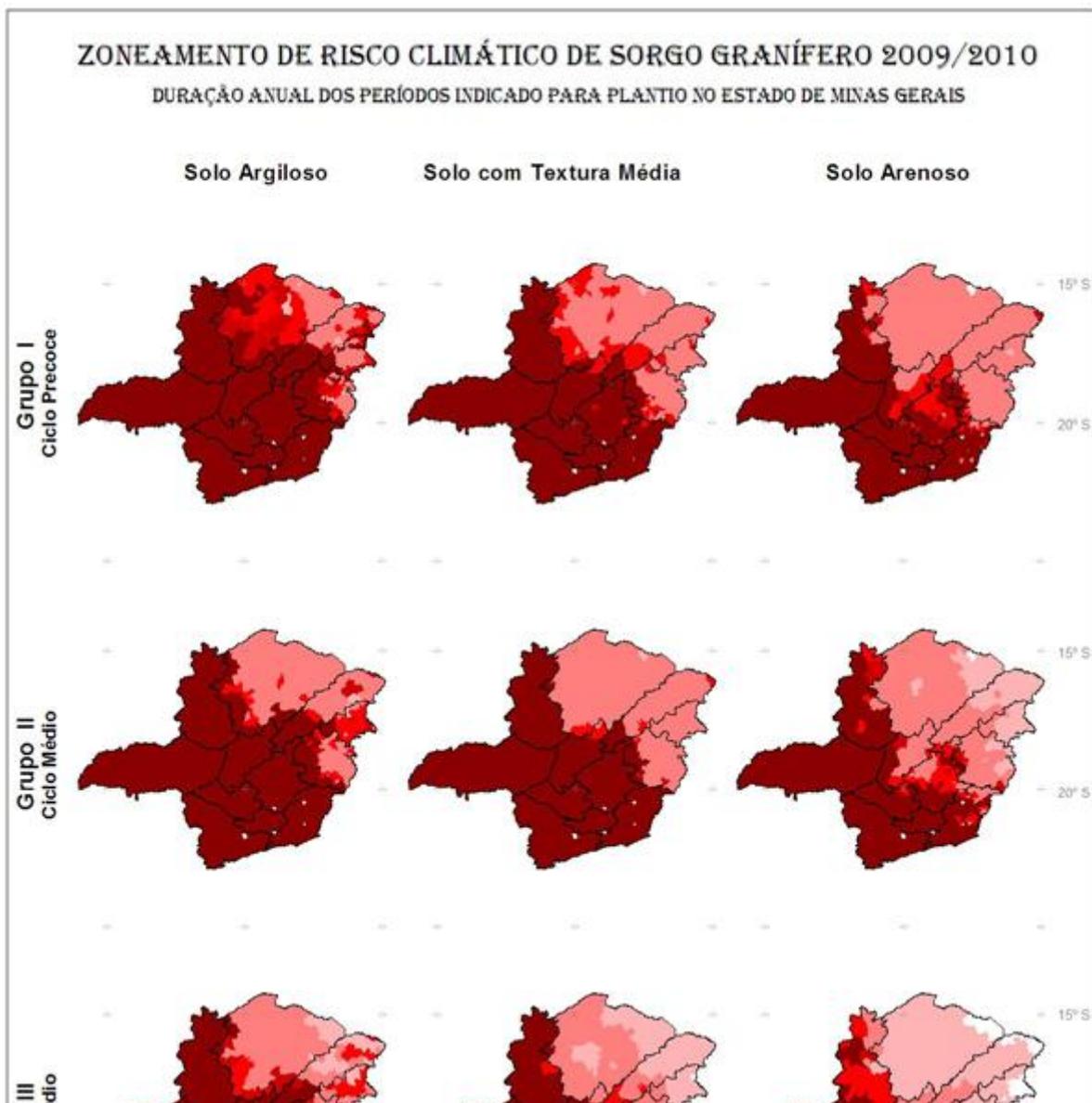
Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ±	Desvio Padrão
Grupo I (Precoce)	Argiloso	99,41	10	182	155,61 ±	41,78
	Textura média	99,41	21	182	137,64 ±	48,81
	Arenoso	99,41	21	182	117,58 ±	52,73
Grupo II (Médio)	Argiloso	99,41	10	182	148,80 ±	51,89
	Textura média	99,41	10	182	132,08 ±	57,29
	Arenoso	99,41	10	171	106,13 ±	60,30
Grupo III (Tardio)	Argiloso	99,41	10	182	138,47 ±	59,38
	Textura média	99,30	10	182	120,90 ±	63,28
	Arenoso	96,60	10	171	94,46 ±	65,19

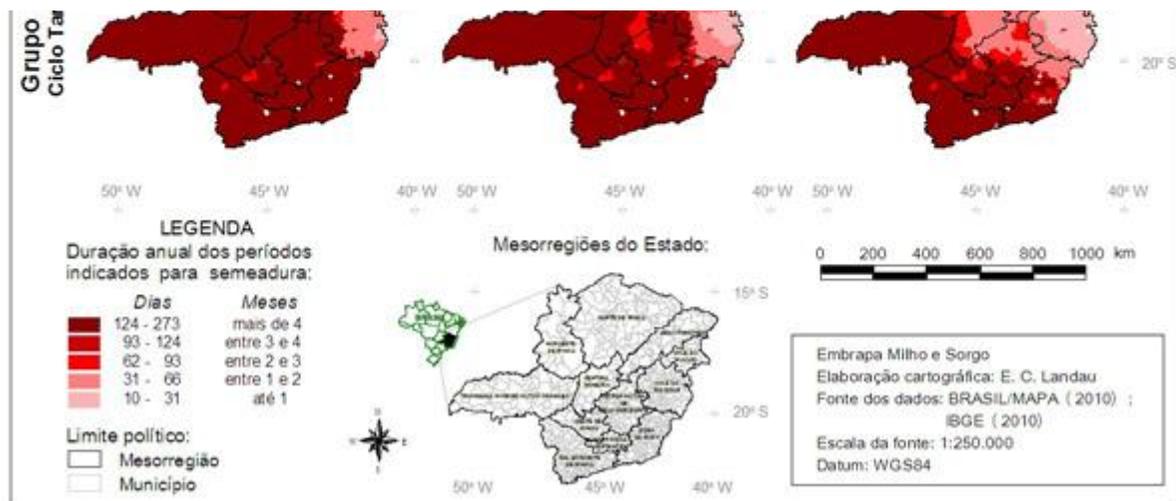
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 22.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Minas Gerais, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.xls](#) (célula B1162)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

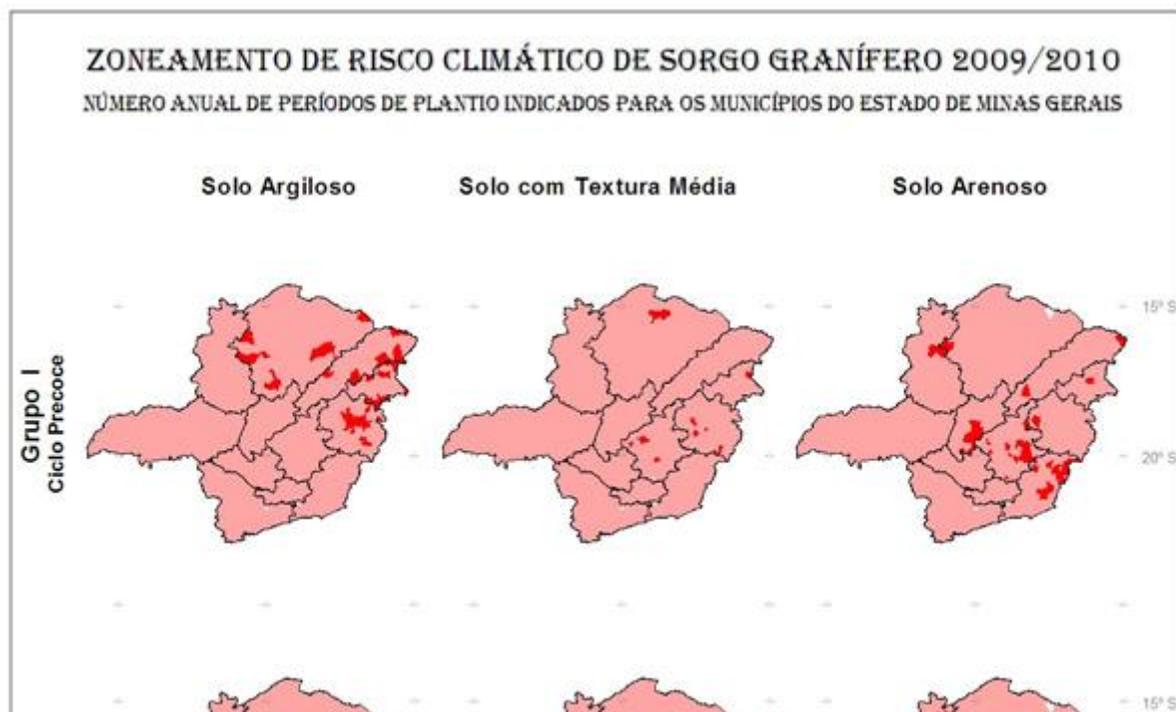


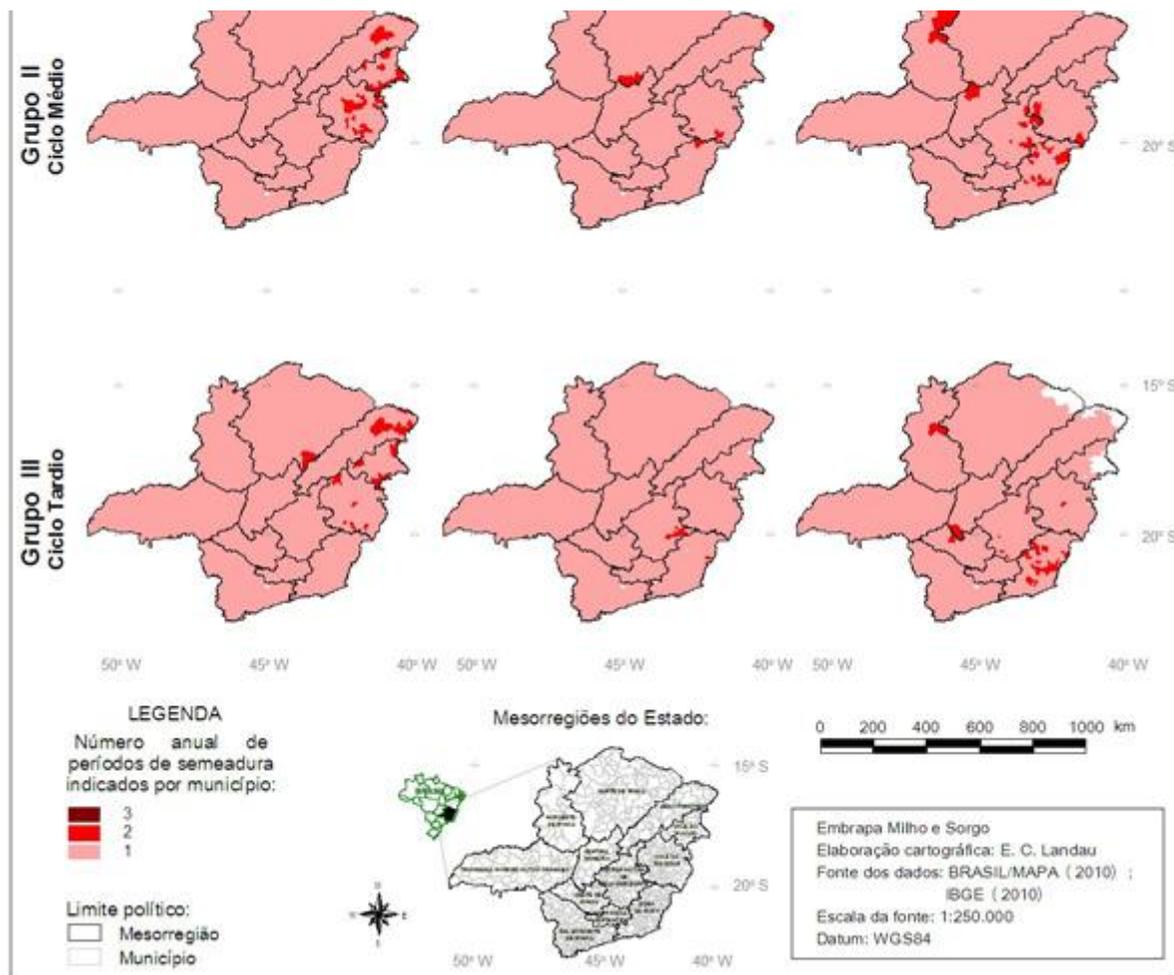


**Figura 34.** Duração anual dos períodos indicados para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Minas Gerais, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



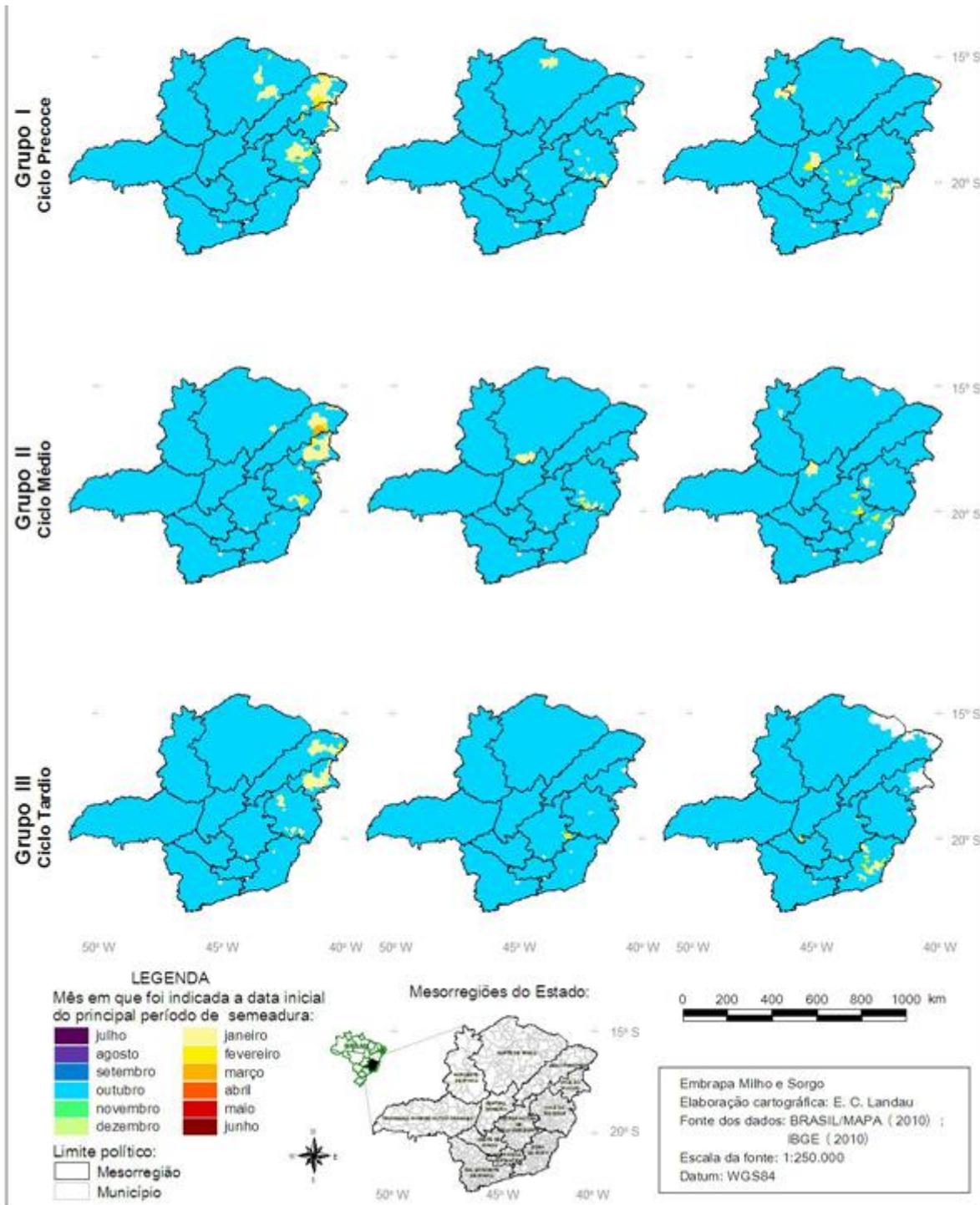


**Figura 35.** Frequência anual de épocas indicadas para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Minas Gerais, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

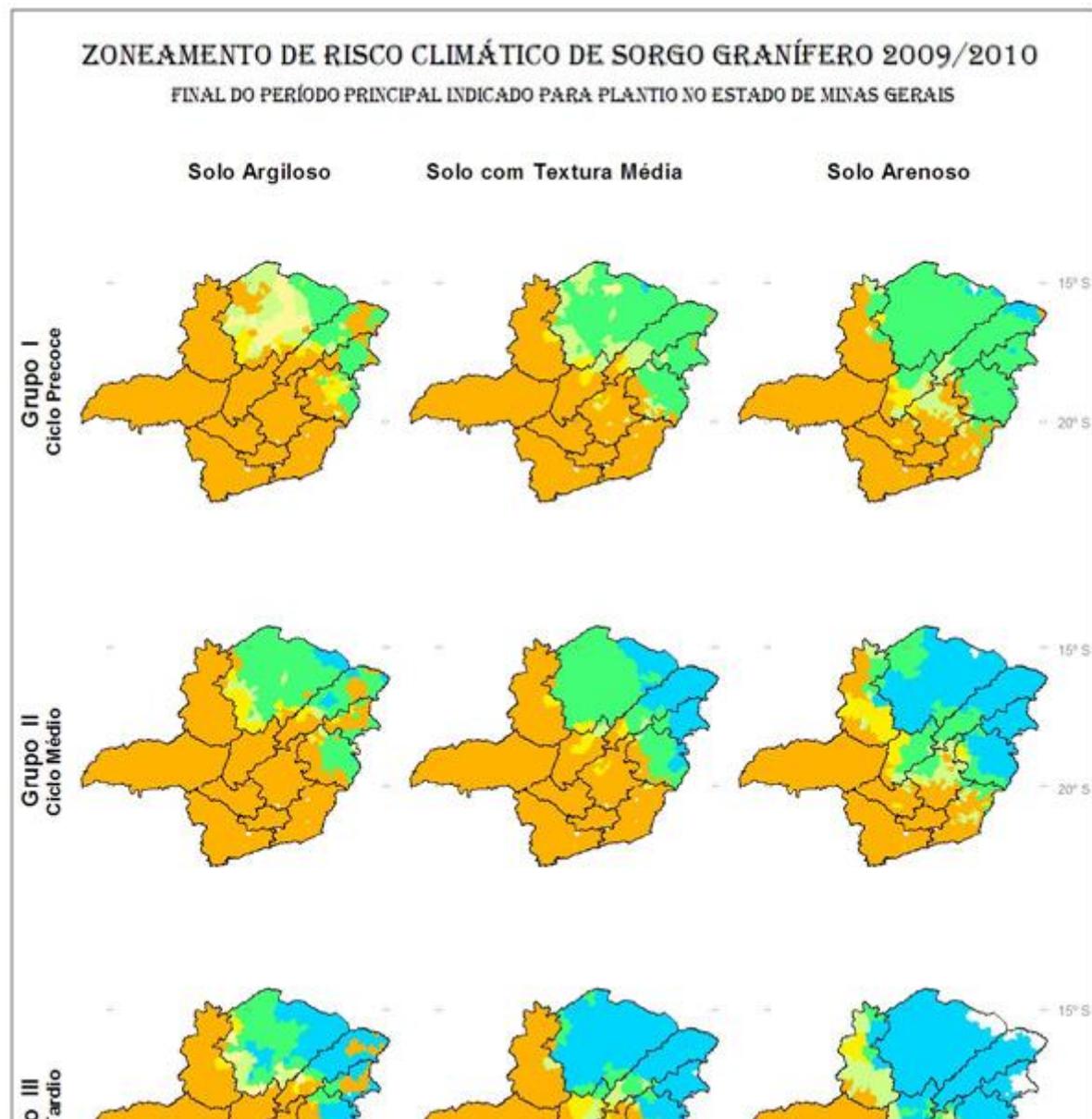


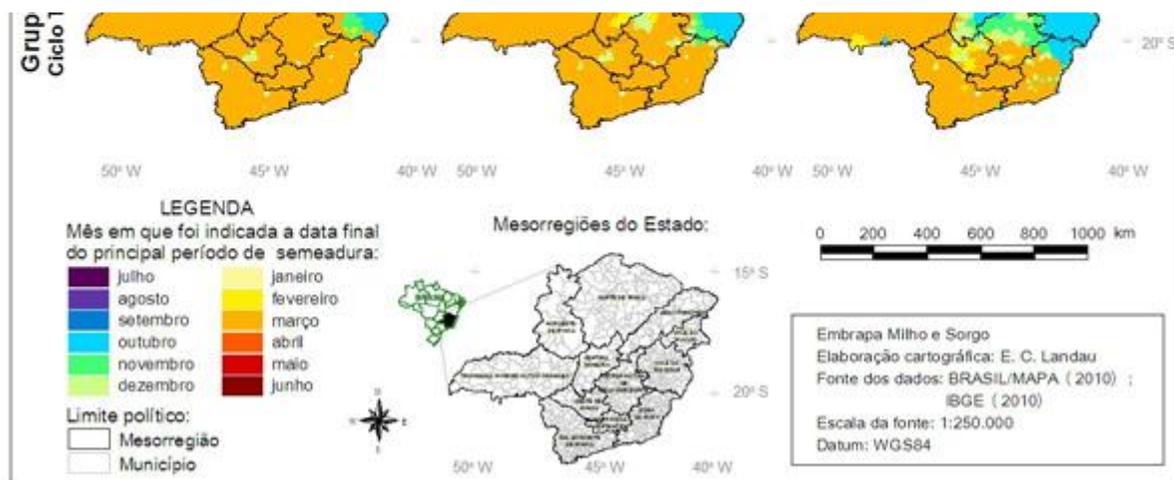


**Figura 36.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da **primeira** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Minas Gerais considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

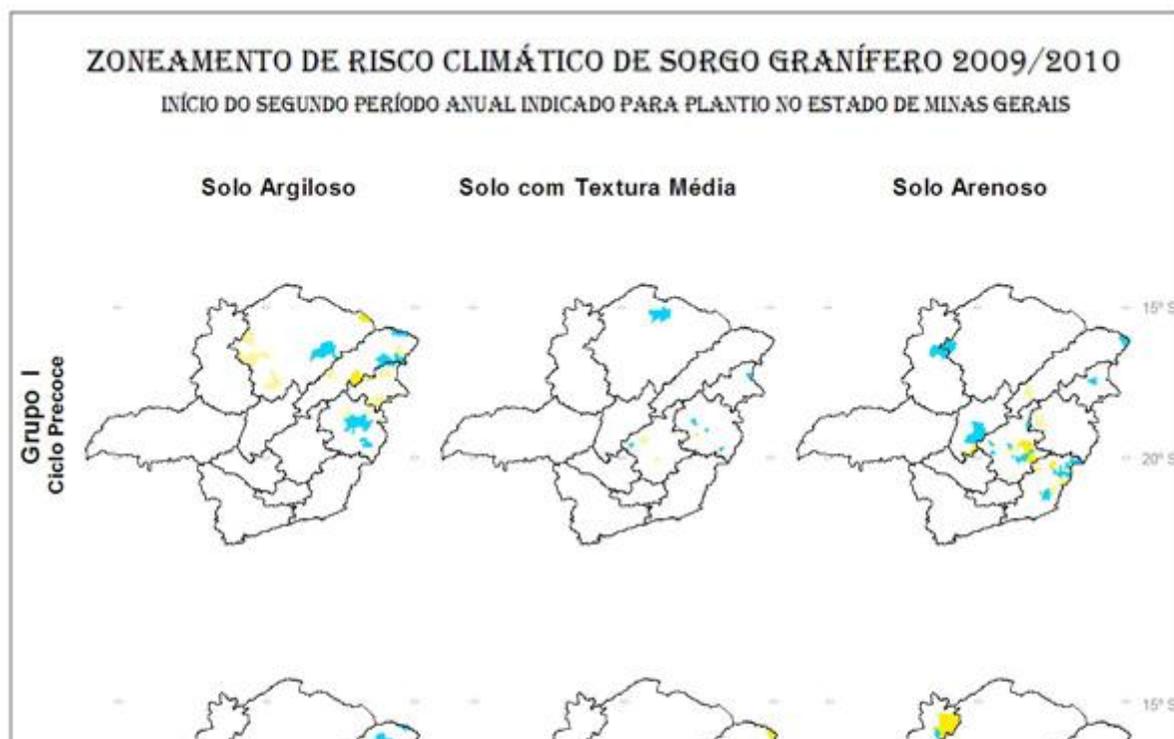


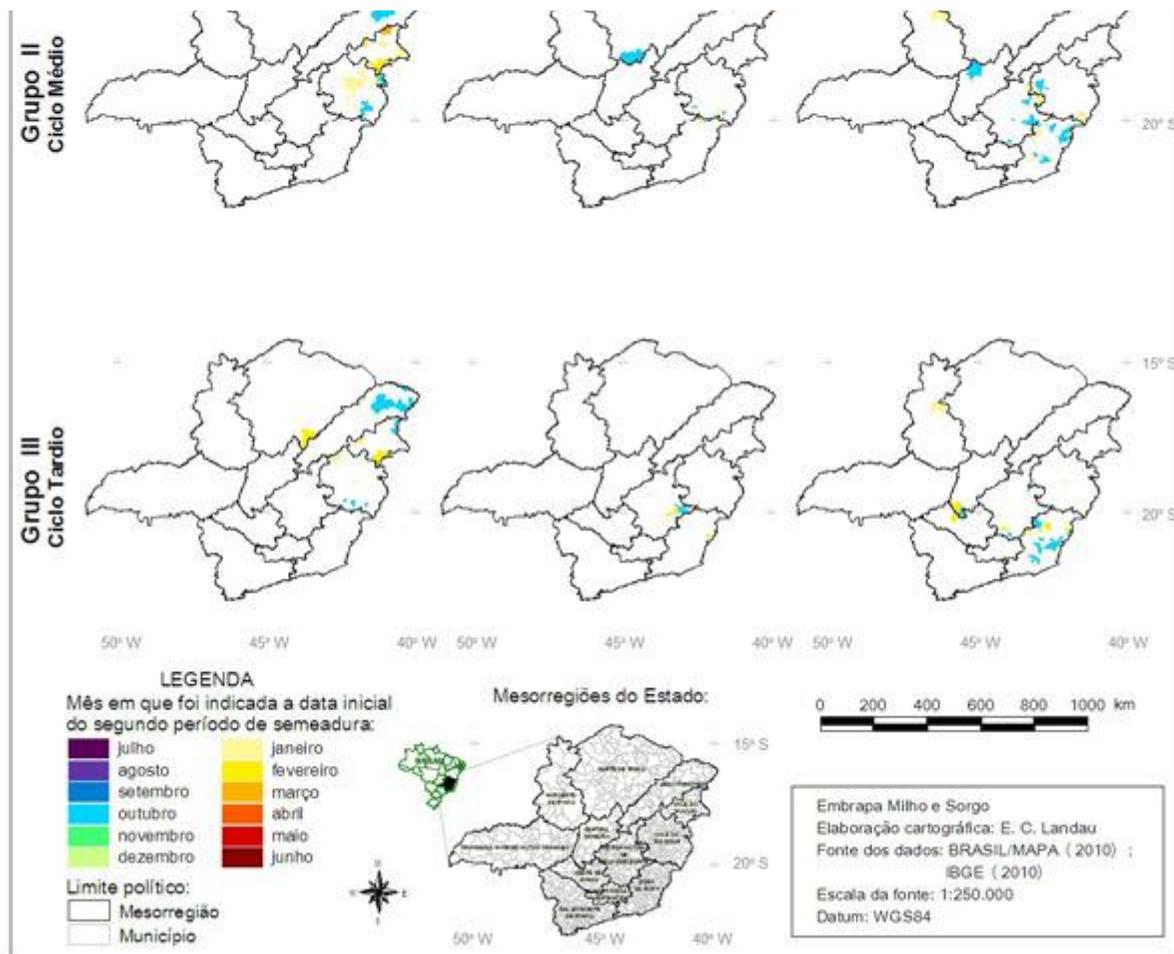


**Figura 37.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da **primeira** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Minas Gerais considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

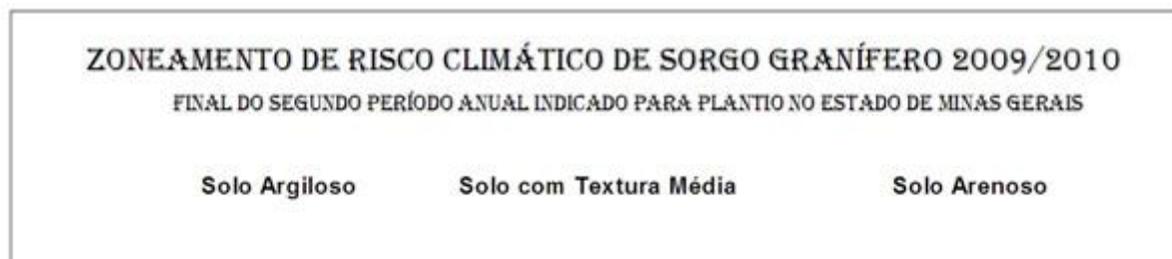


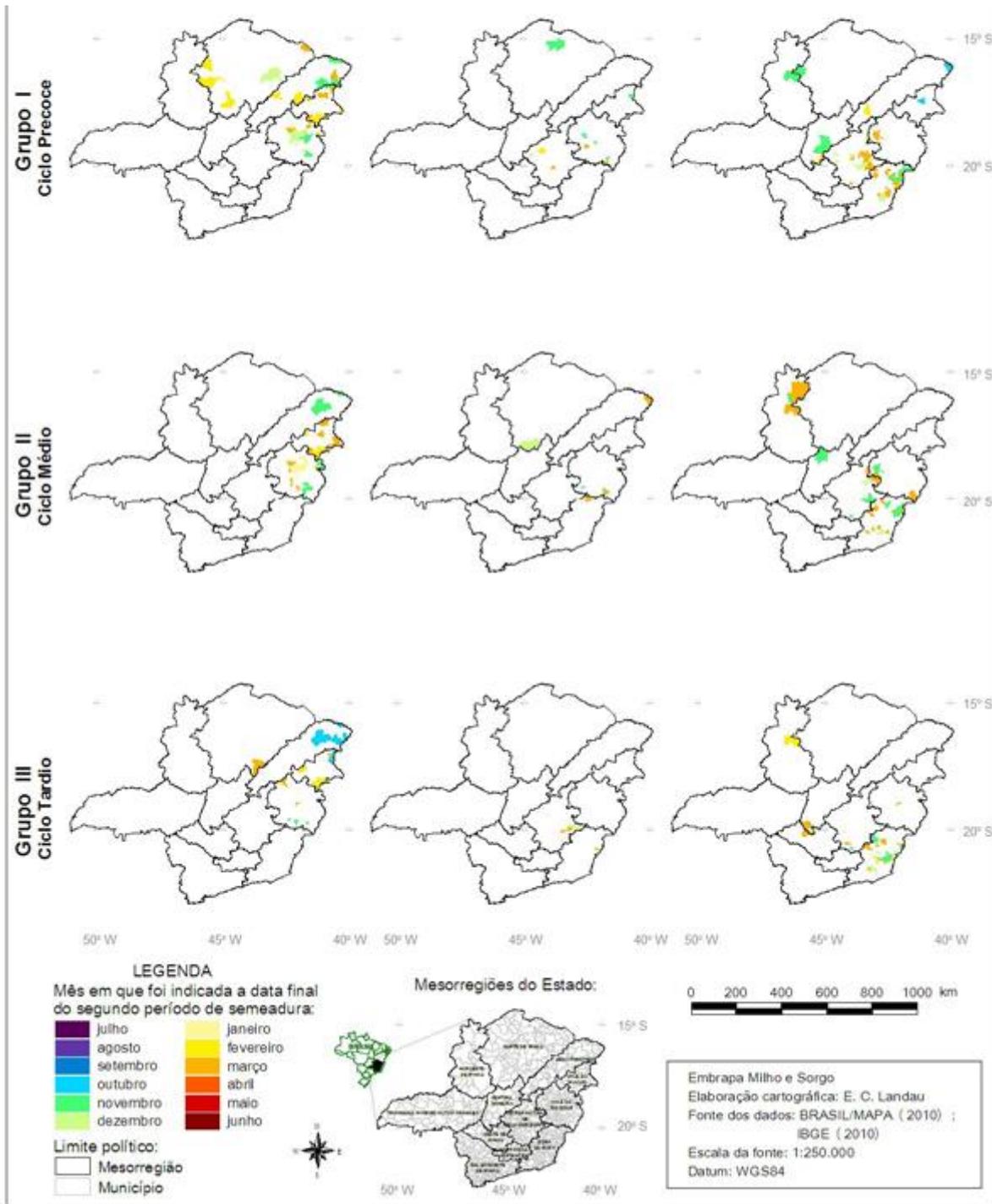


**Figura 38.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da **segunda** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Minas Gerais considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 39.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da **segunda** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Minas Gerais considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado de São Paulo em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de São Paulo foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 298 de 16 de novembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 17 de novembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos e com textura média, tendo sido considerados 80,87% dos municípios do estado (que ocupam 77,9% da área deste). A duração das épocas aptas para semeadura variou entre 18 e 69 dias, conforme características da cultivar e solo considerados, bem como localização geográfica (Tabela 23, Figura 40). A maioria dos municípios situados no sul do estado e região costeira não apresentou indicação de plantio do sorgo. Municípios situados no oeste do estado apresentaram períodos aptos para plantio mais extensos. Na maioria dos municípios com aptidão para plantio de sorgo foi indicada apenas uma época de plantio, sendo que em 17 municípios (2,46% dos municípios do estado, que ocupam 3,75% da área deste) foram indicadas duas épocas anuais de plantio (Figura 41). São estes os municípios de Euclides da Cunha Paulista, Indiana, Marabá Paulista, Martinópolis, Mirante do Paranapanema, Narandiba, Pirapozinho, Presidente Bernardes, Presidente Prudente, Regente Feijó, Sandovalina, Santo Anastácio, Tarabai e Teodoro Sampaio, todos situados na Microrregião de Presidente Prudente.

Em relação às épocas aptas para semeadura, na maioria dos municípios foi indicado o plantio entre janeiro e janeiro a março (Figuras 42, 43, 44 e 45, Tabela 24).

**Tabela 23.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de São Paulo, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

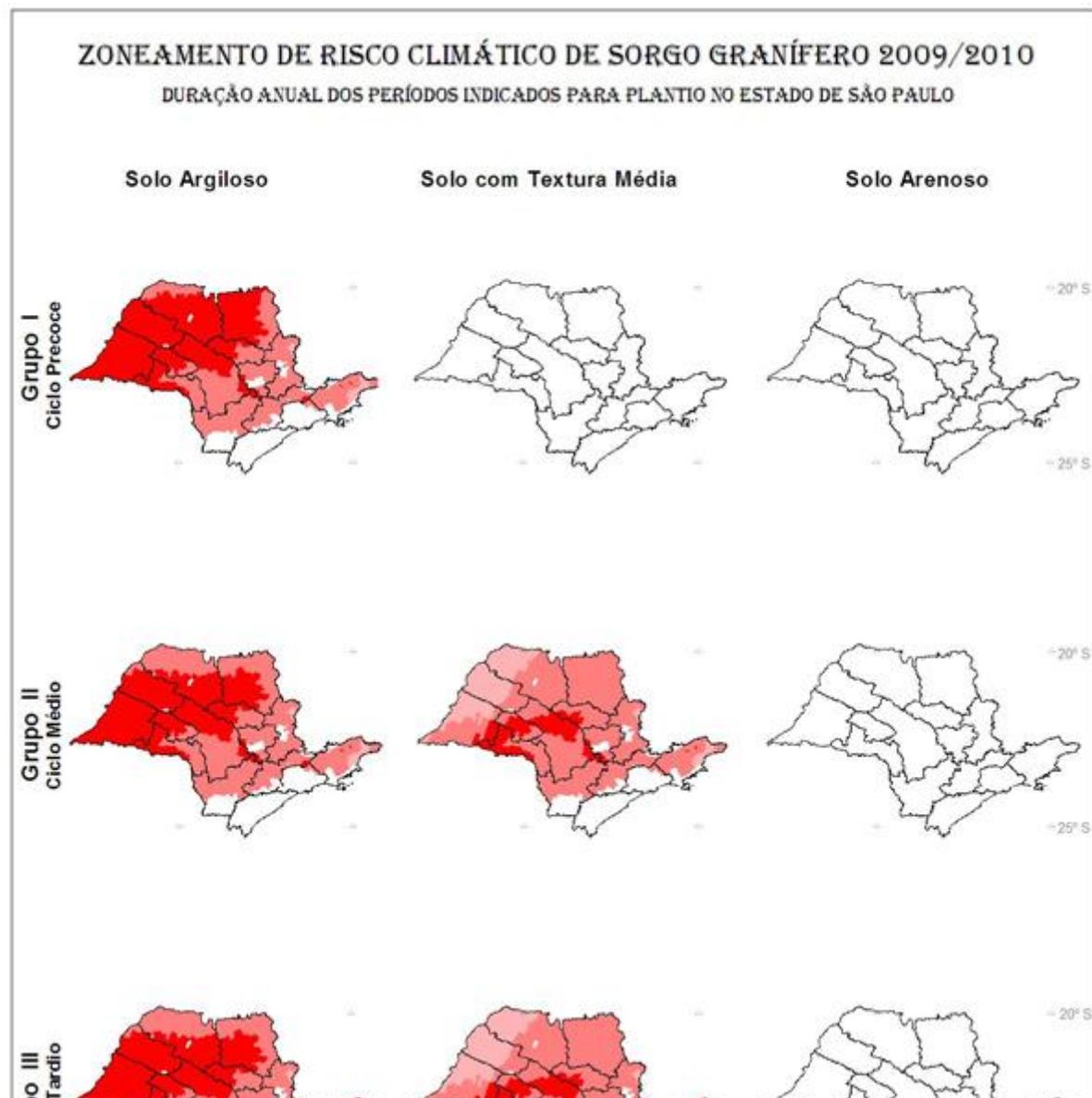
Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ±	Desvio Padrão
Grupo I (Precoce)	Argiloso	80,87	20	69	60,54 ±	9,92
	Textura média	0,00	--	--	--	--
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo II (Médio)	Argiloso	80,87	20	69	57,99 ±	11,05
	Textura média	80,87	18	69	42,53 ±	14,94
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo III (Tardio)	Argiloso	80,87	20	69	57,99 ±	11,05
	Textura média	80,87	18	69	42,53 ±	14,94
	Arenoso	0,00	--	--	--	--

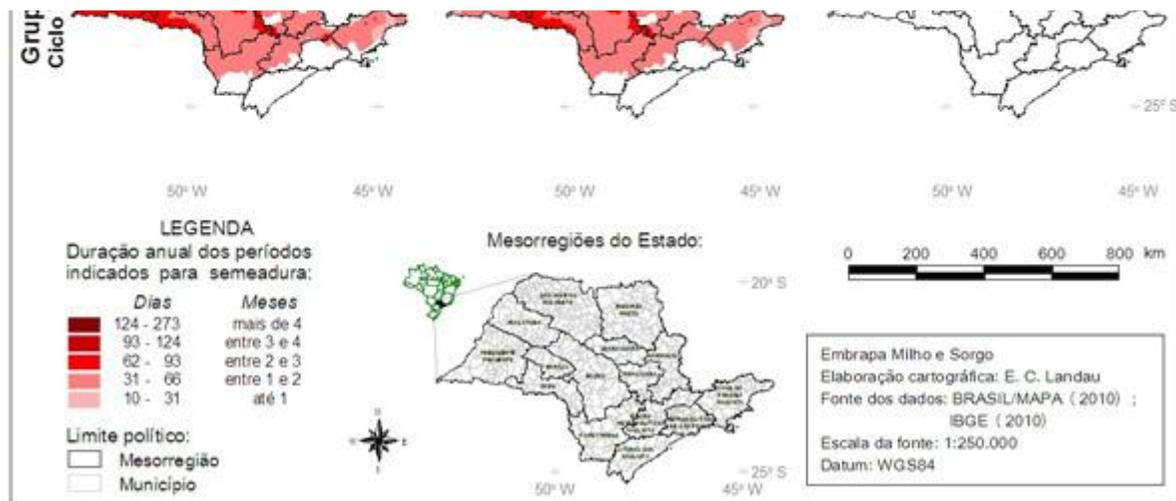
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 24.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de São Paulo, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B3798)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

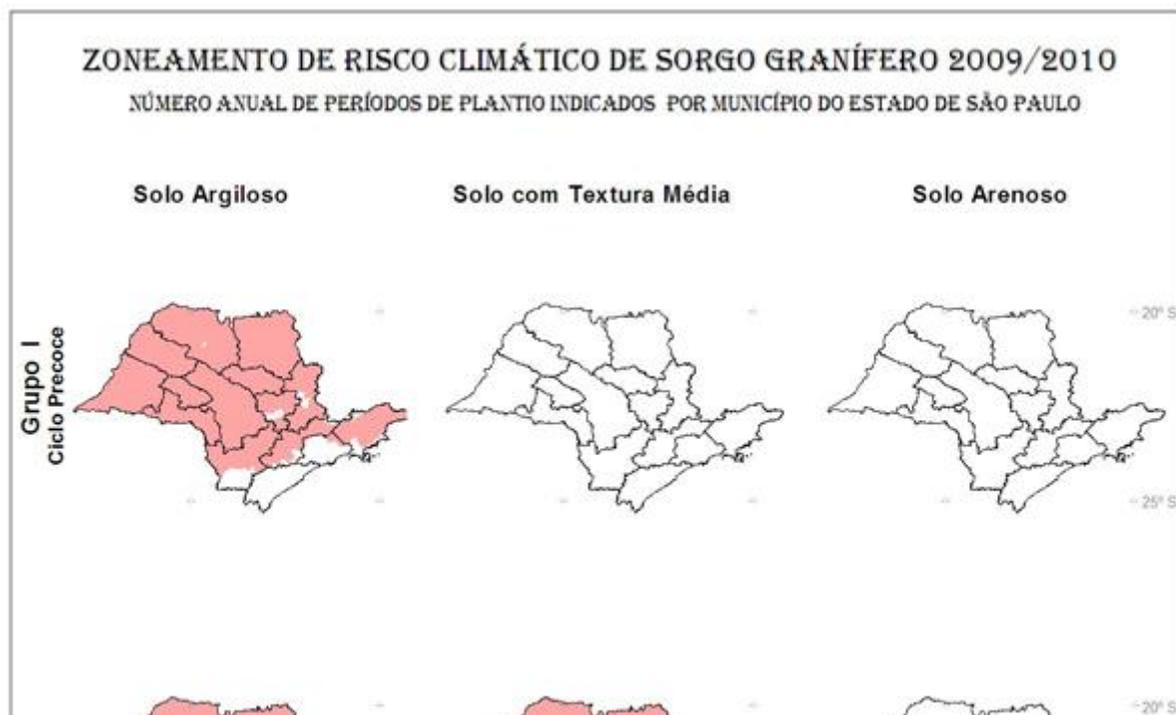


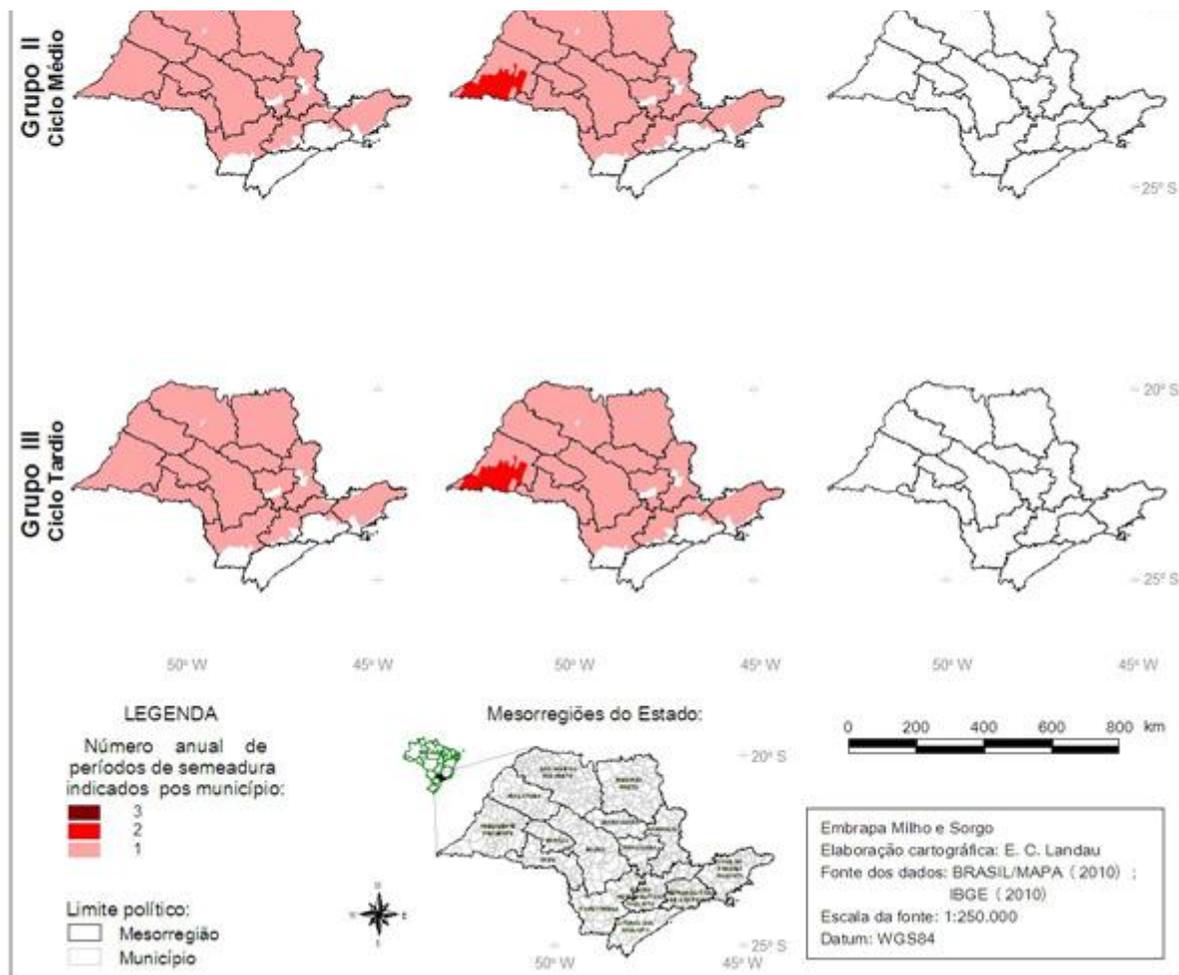


**Figura 40.** Duração anual dos períodos indicados para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de São Paulo, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



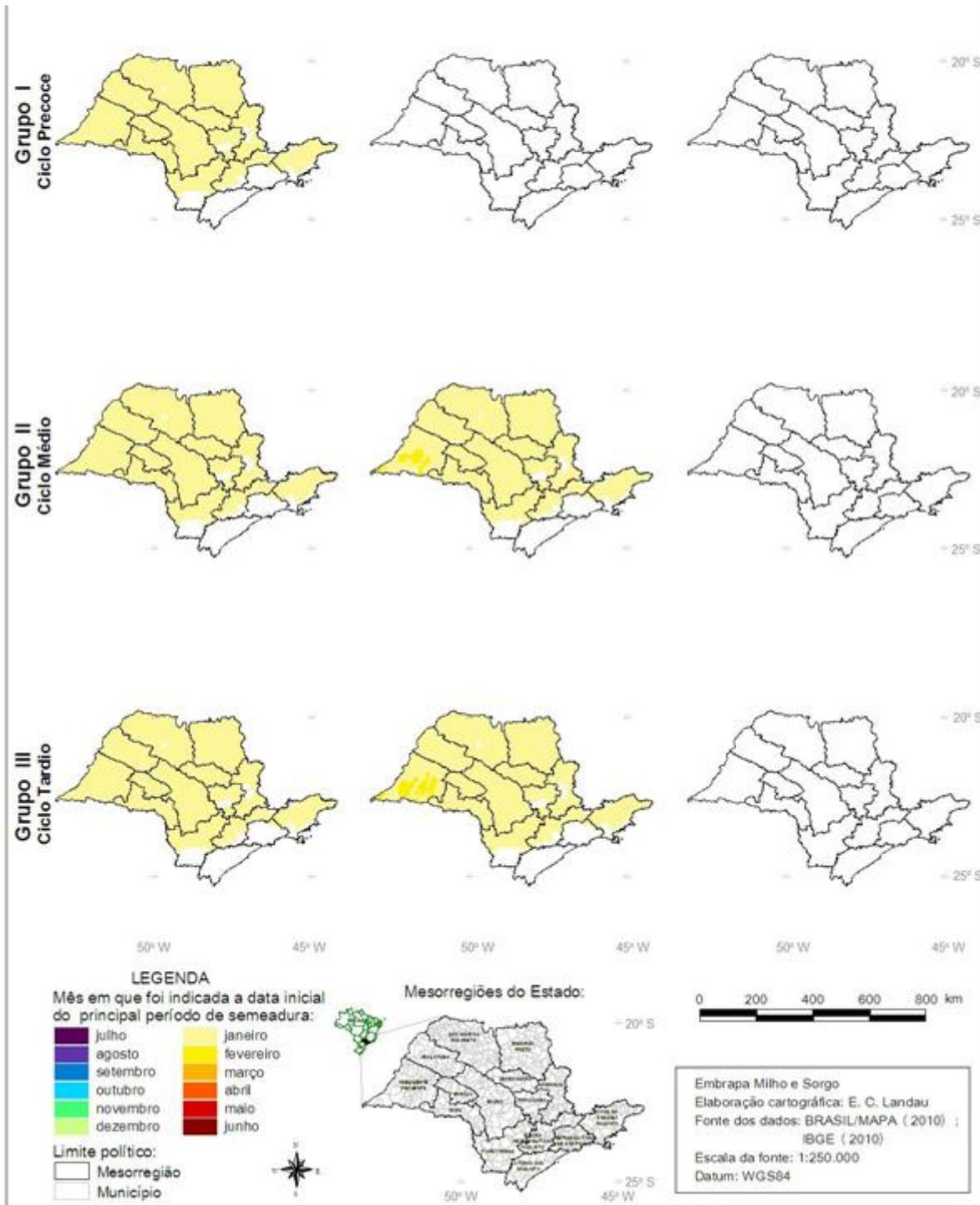


**Figura 41.** Frequência anual de períodos indicados para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de São Paulo conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

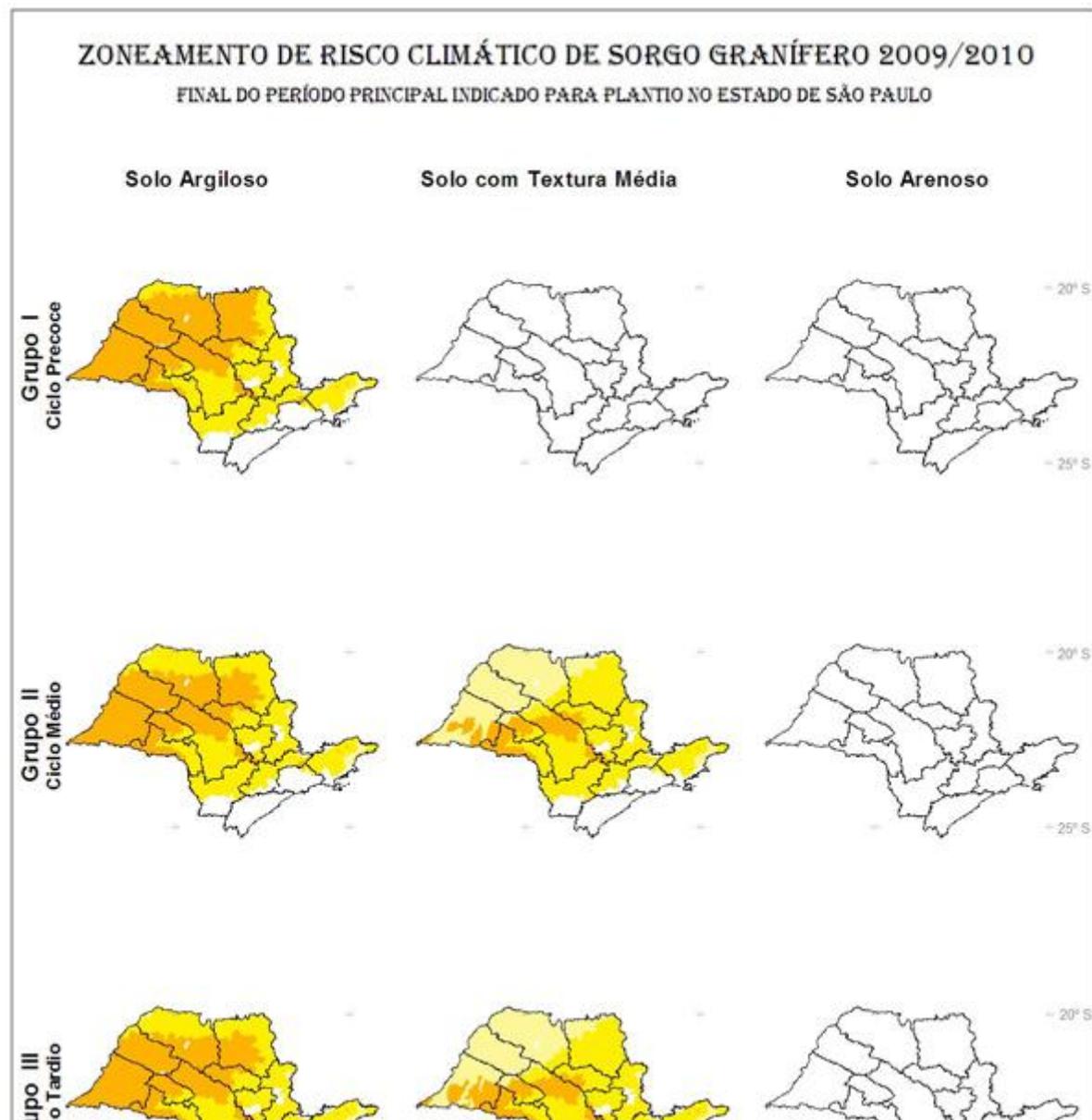




**Figura 42.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da **primeira** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de São Paulo considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

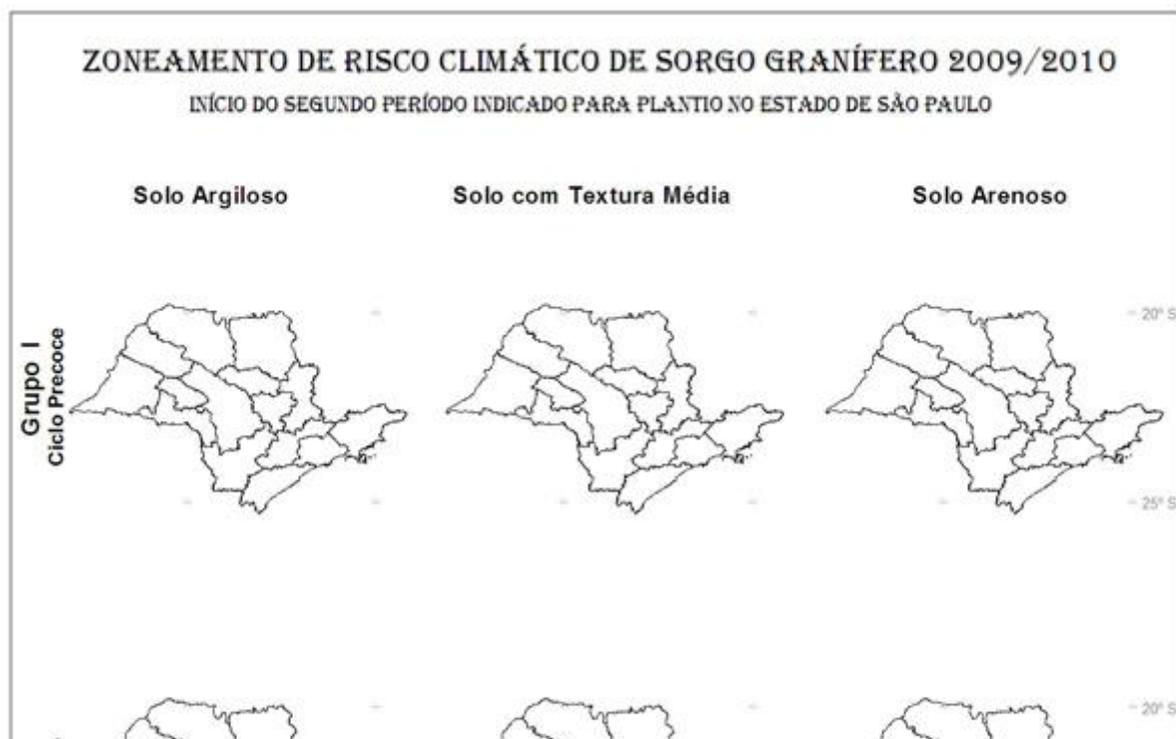


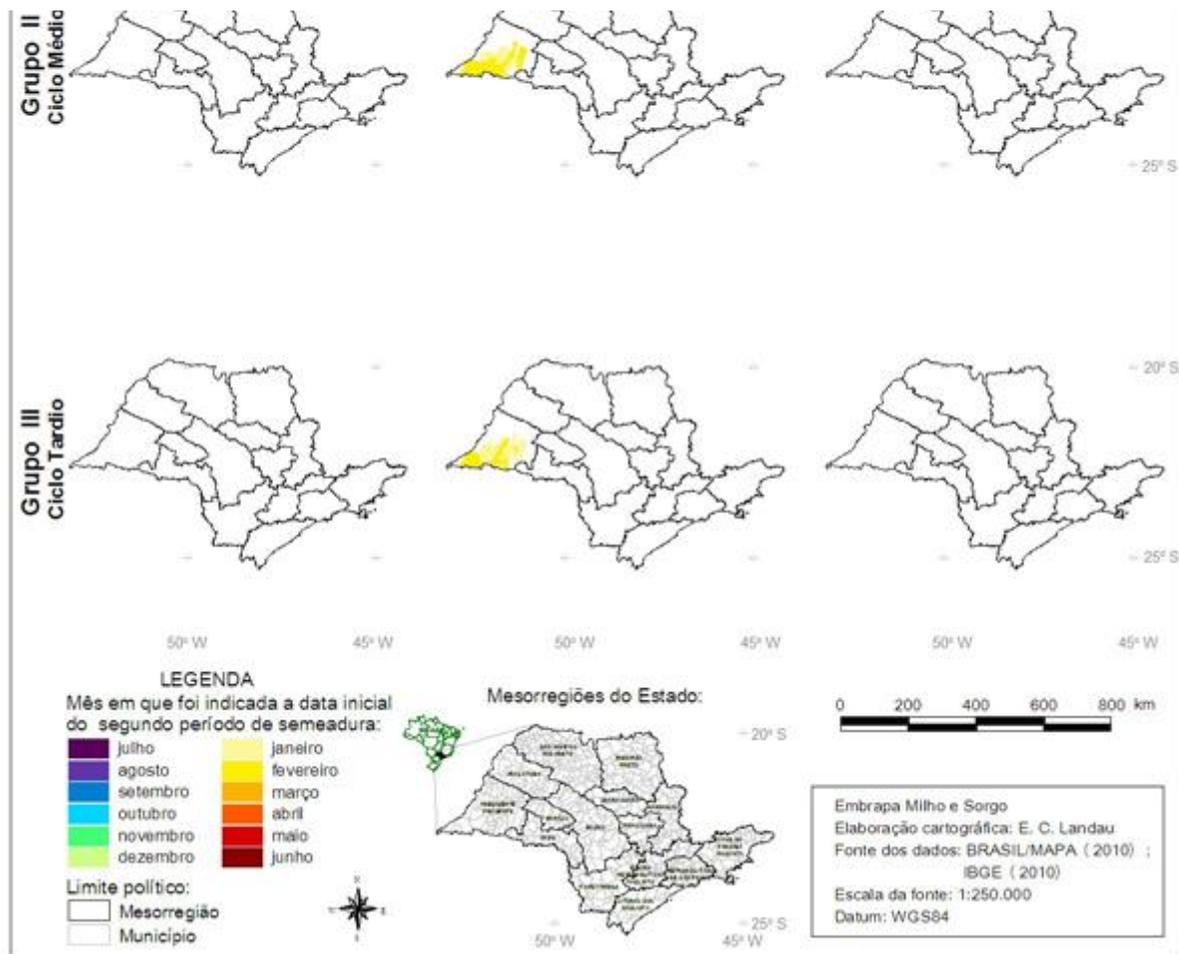


**Figura 43.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da **primeira** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de São Paulo considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



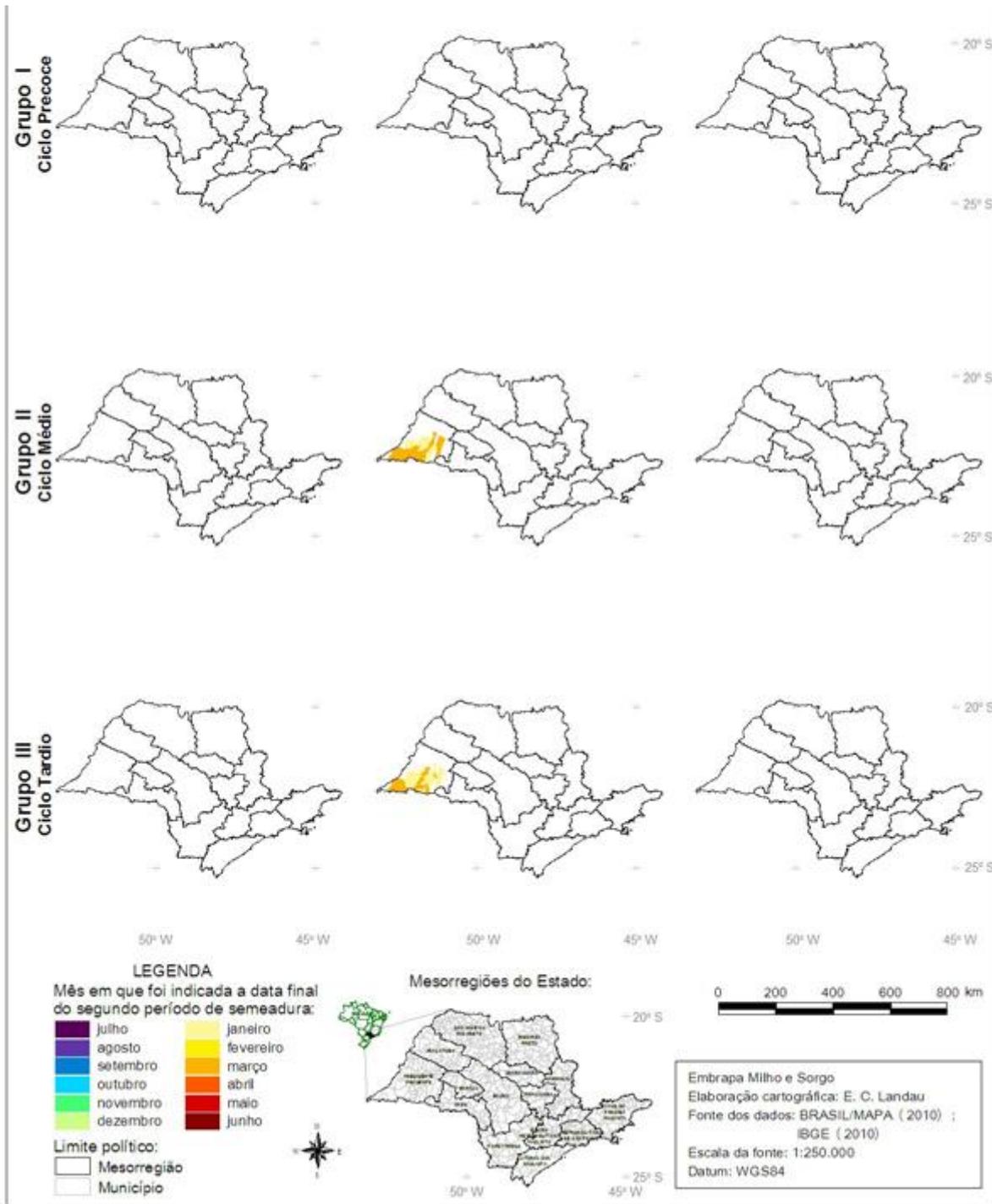


**Figura 44.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da **segunda** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de São Paulo considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 45.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da **segunda** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de São Paulo considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado do Rio Grande do Sul em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Rio Grande do Sul foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 141 de 22 de julho de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 23 de julho de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos, com textura média e arenosos, tendo sido considerados praticamente todos os municípios do estado (99,60%, que ocupam 99,53% da área do estado) (Tabela 25, Figura 46). A duração das épocas aptas para semeadura variou entre 10 e 122 dias, conforme características da cultivar e solo considerados, além da localização geográfica. Vários municípios situados na região de Campanha, no sudoeste do estado (próximos à fronteira com o Uruguai) não apresentaram indicação de plantio ou apresentaram indicação dos períodos com menor duração. Municípios situados na porção centro-norte do estado foram os que apresentaram períodos aptos para plantio mais prolongados. Quase 1/3 dos municípios (28,23%, 140 municípios que ocupam 38% da área do estado) apresentaram indicação de duas época de plantio (Figura 47), e, entre estes, três municípios vizinhos (Barra do Ribeiro, Nova Santa Rita e Porto Alegre) apresentaram três épocas de plantio.

Em relação ao início do período apto para semeadura, em diversos municípios é indicado o plantio entre setembro e janeiro, principalmente naqueles situados no centro-norte do estado. Grande parte dos municípios situados próximo ao limite sul da área apta para plantio de sorgo apresentaram indicação de plantio entre outubro-novembro e janeiro (Figuras 48, 49, 50 e 51; Tabela 26).

**Tabela 25.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Rio Grande do Sul, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

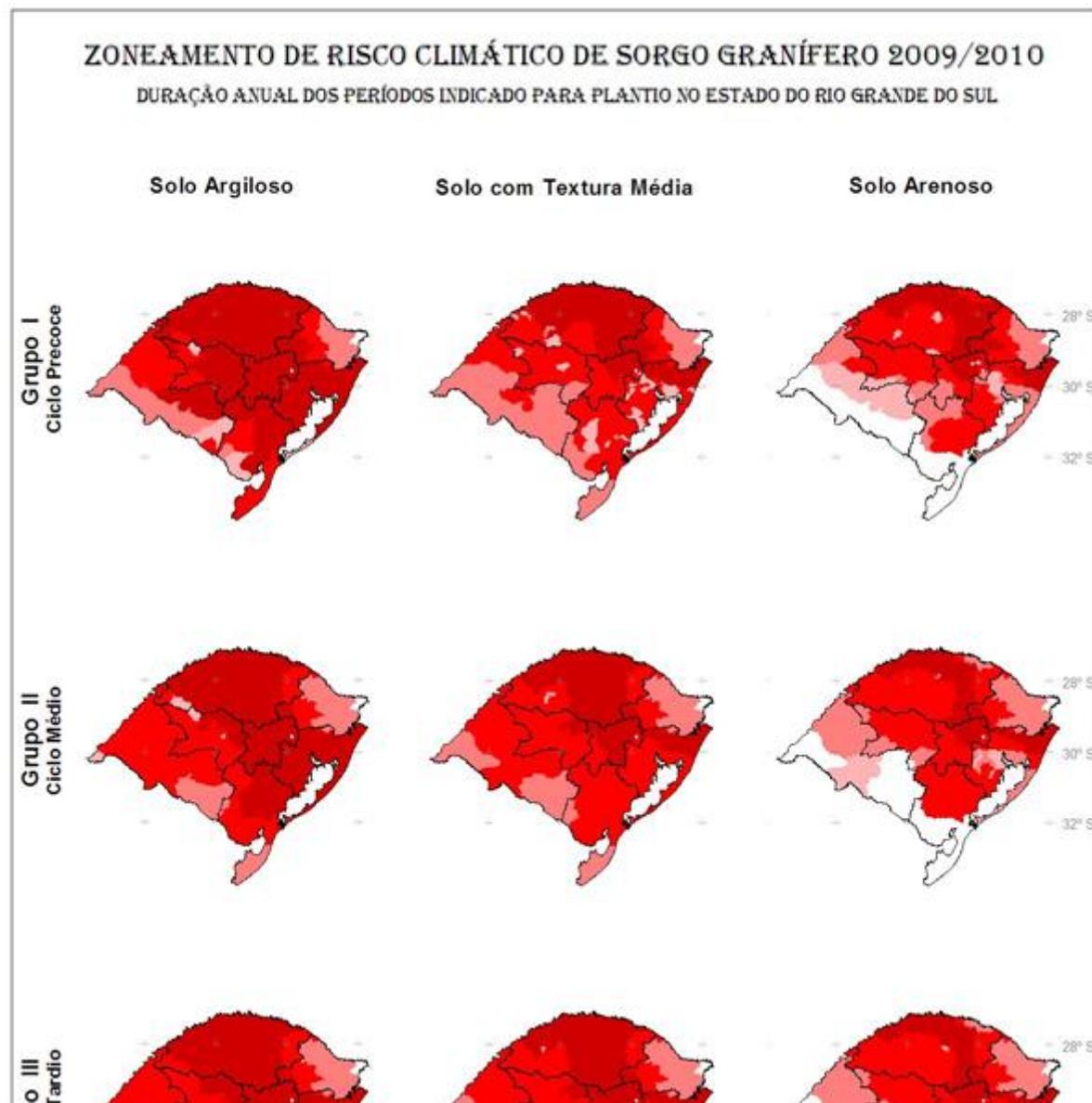
Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ±	Desvio Padrão
Grupo I (Precoce)	Argiloso	99,60	10	122	116,00 ±	18,96
	Textura média	99,60	10	122	102,23 ±	29,14
	Arenoso	96,17	10	122	92,40 ±	29,51
Grupo II (Médio)	Argiloso	99,60	10	122	109,93 ±	22,87
	Textura média	99,60	10	122	102,27 ±	23,64
	Arenoso	95,56	10	122	89,76 ±	24,02
Grupo III (Tardio)	Argiloso	99,60	41	122	110,53 ±	21,36
	Textura média	99,60	10	122	102,10 ±	23,98
	Arenoso	95,56	10	122	89,97 ±	23,90

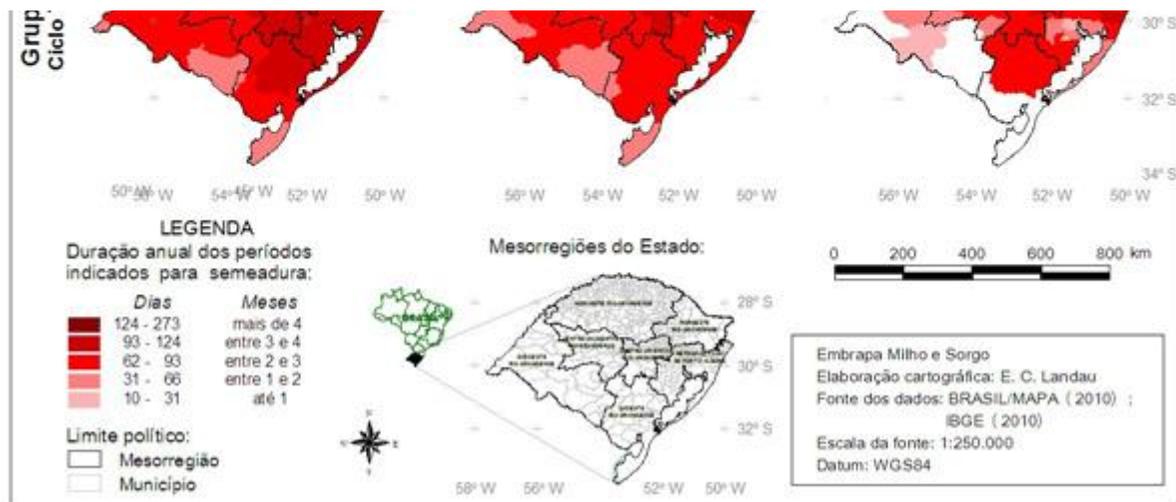
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 26.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Rio Grande do Sul, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B3084)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

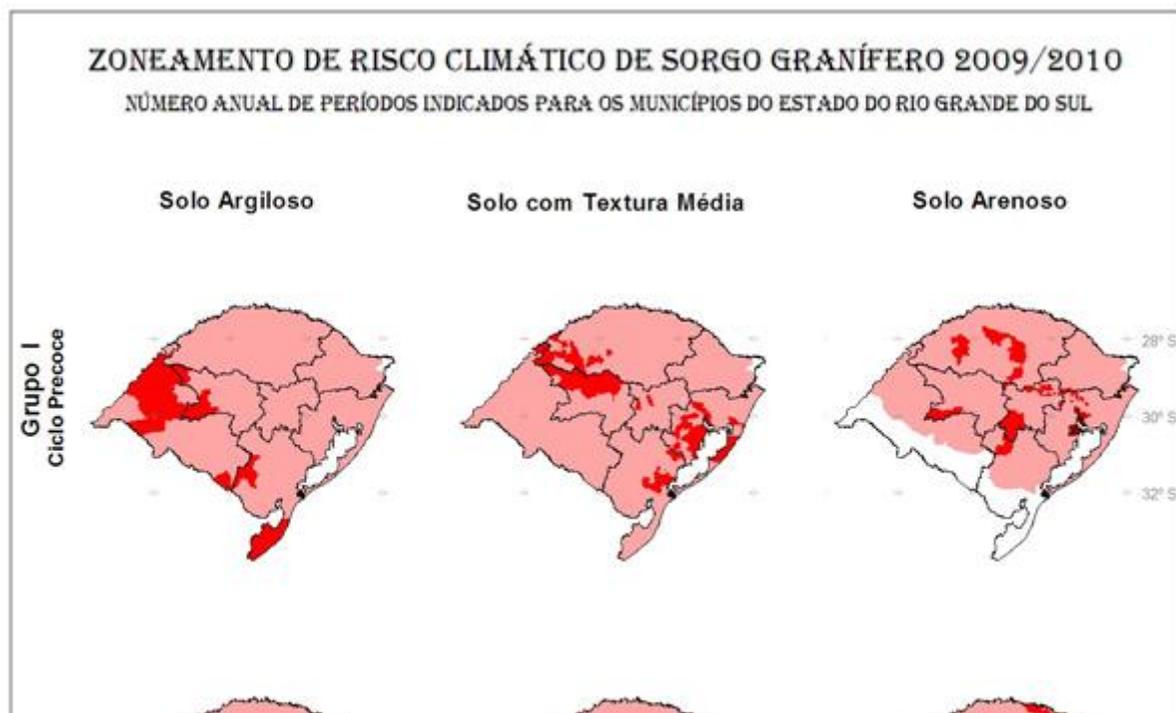


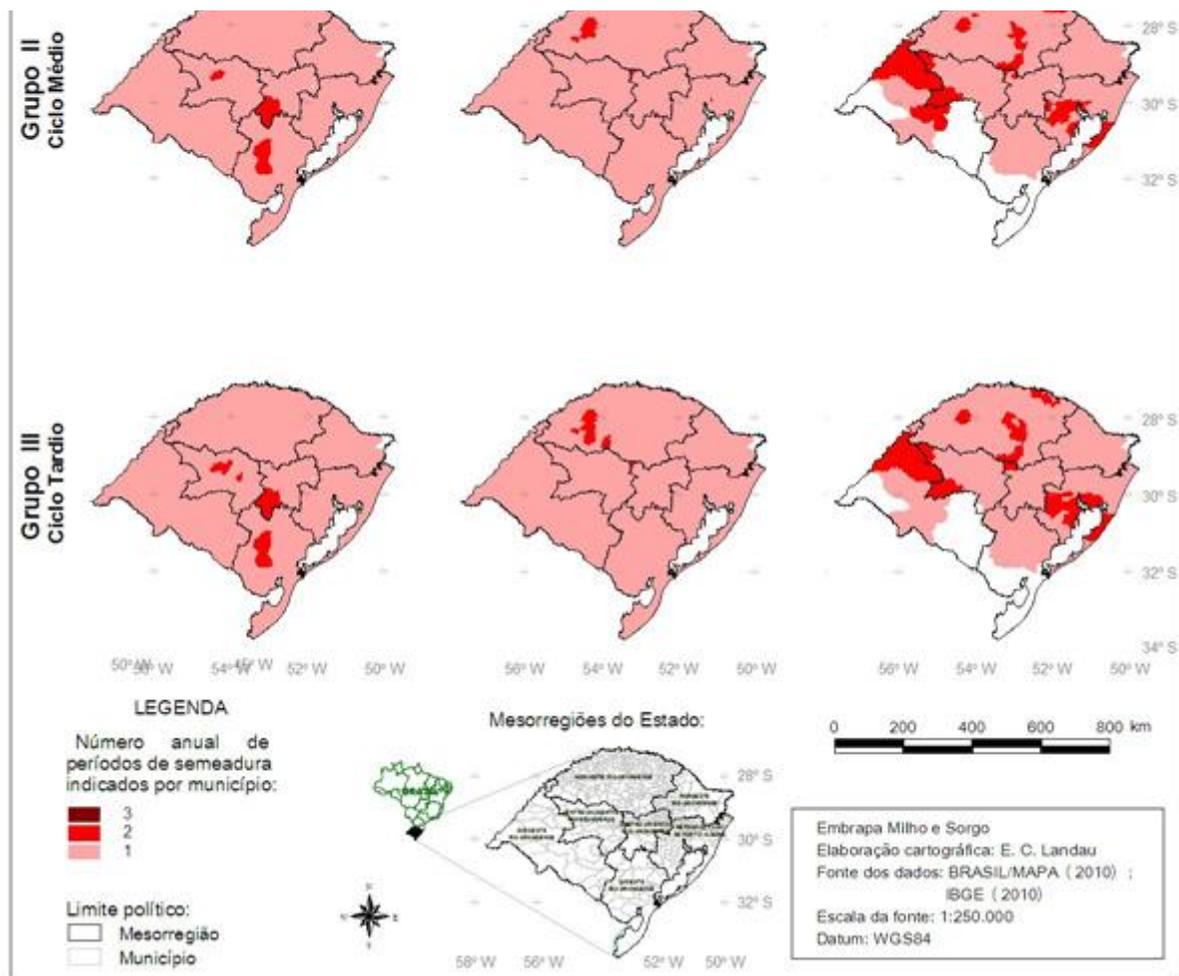


**Figura 46.** Duração anual dos períodos indicados para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Rio Grande do Sul, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



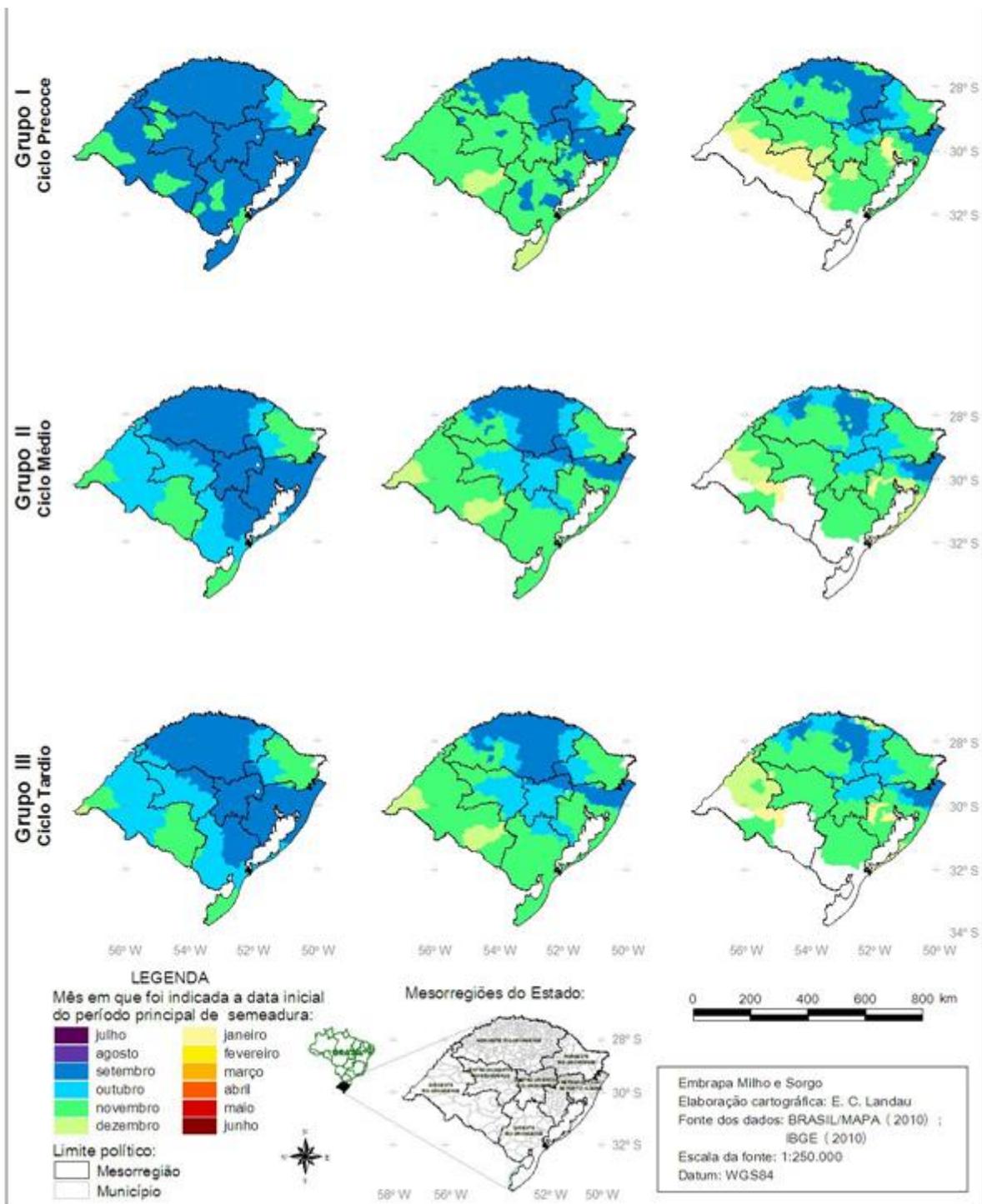


**Figura 47.** Frequência anual de períodos indicados para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado do Rio Grande do Sul conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

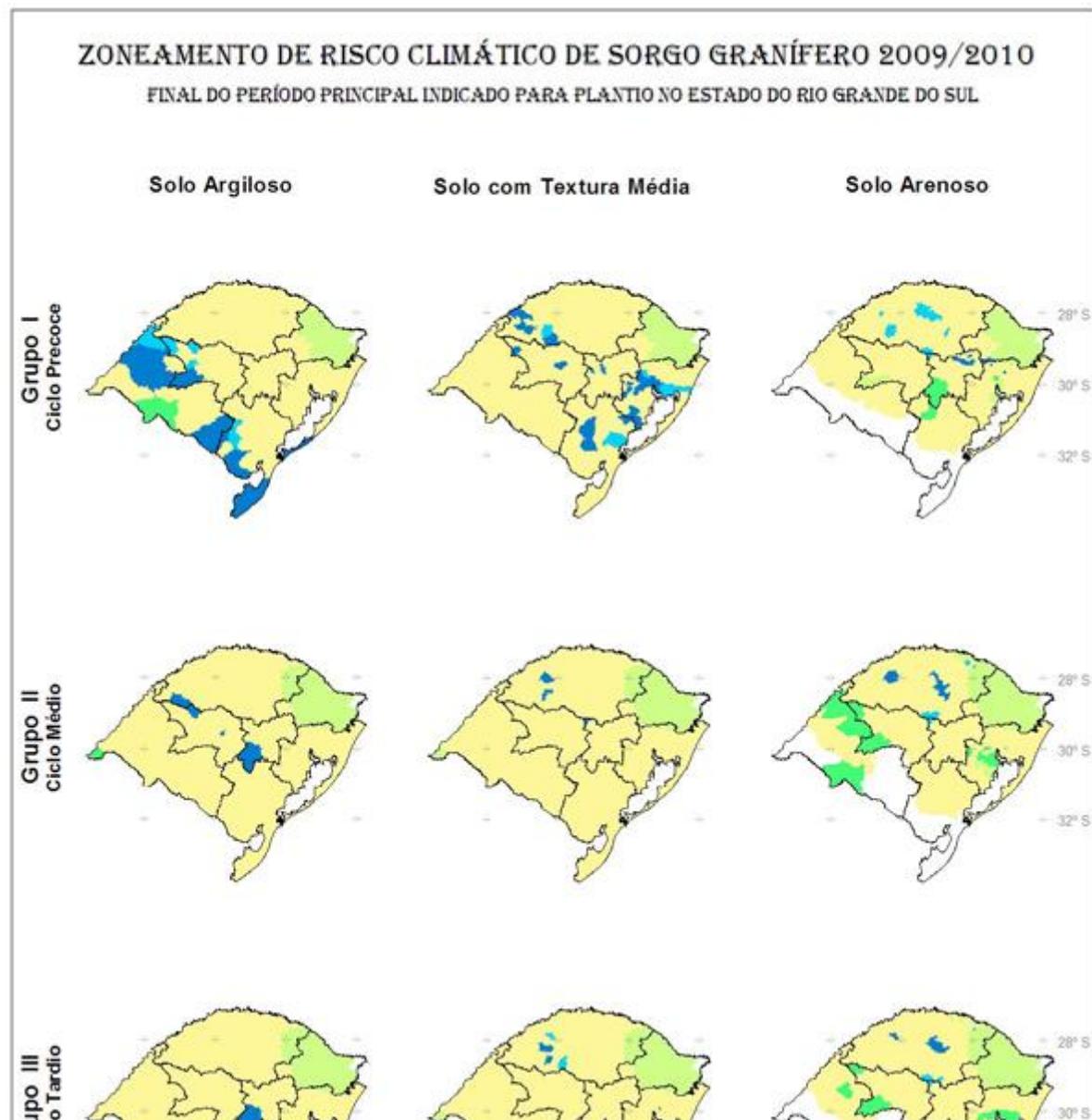


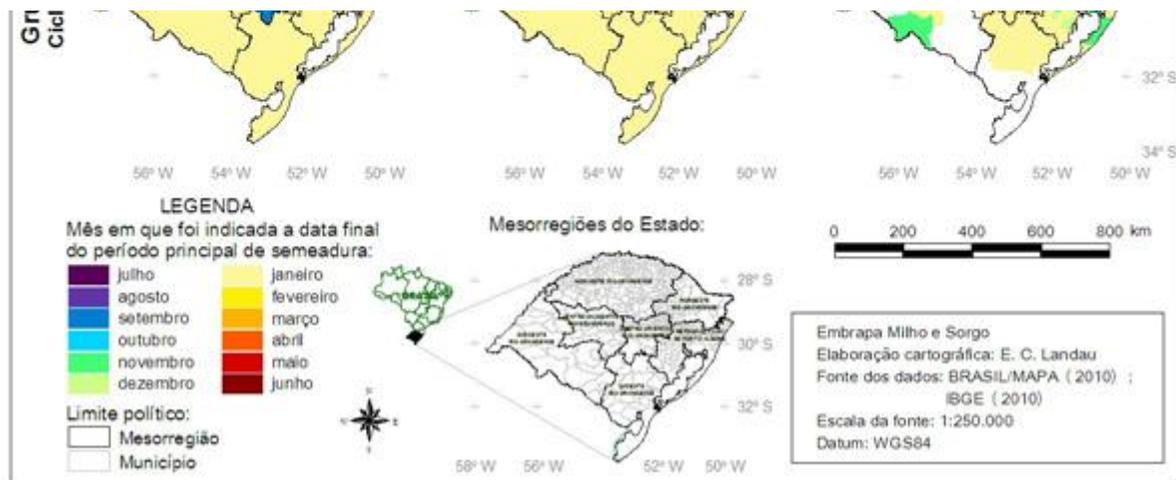


**Figura 48.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da **primeira** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Rio Grande do Sul considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

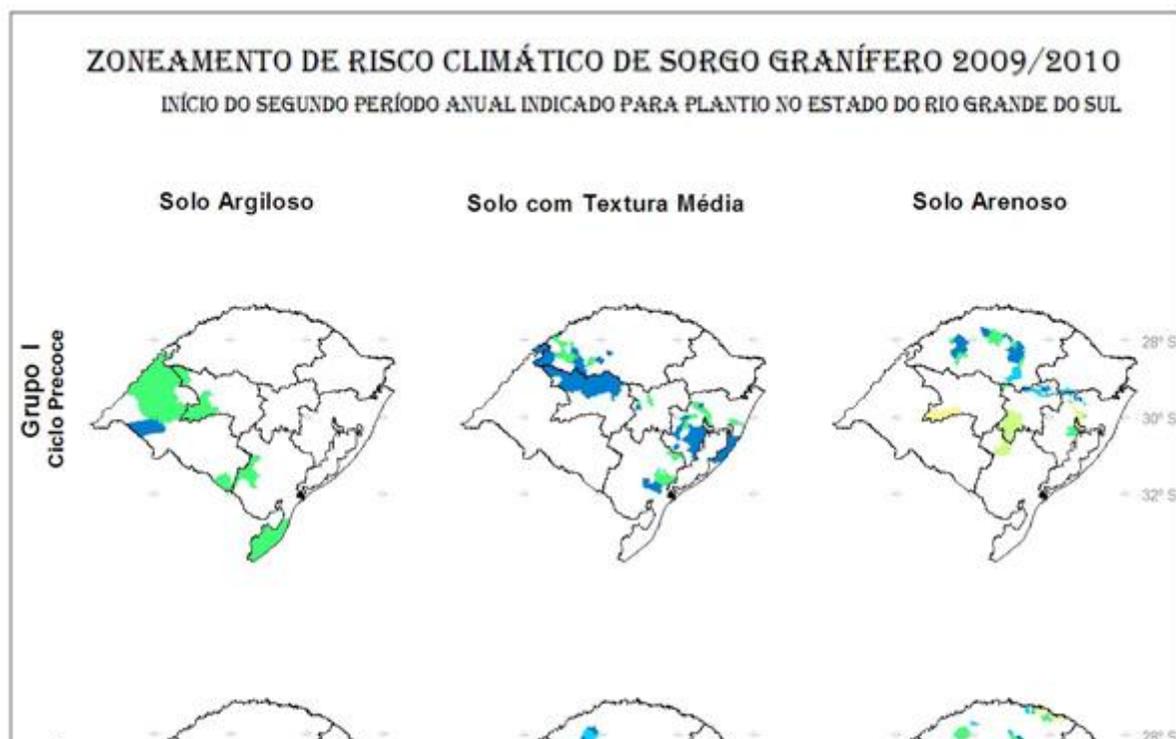
Elaboração cartográfica: E.C. Landau

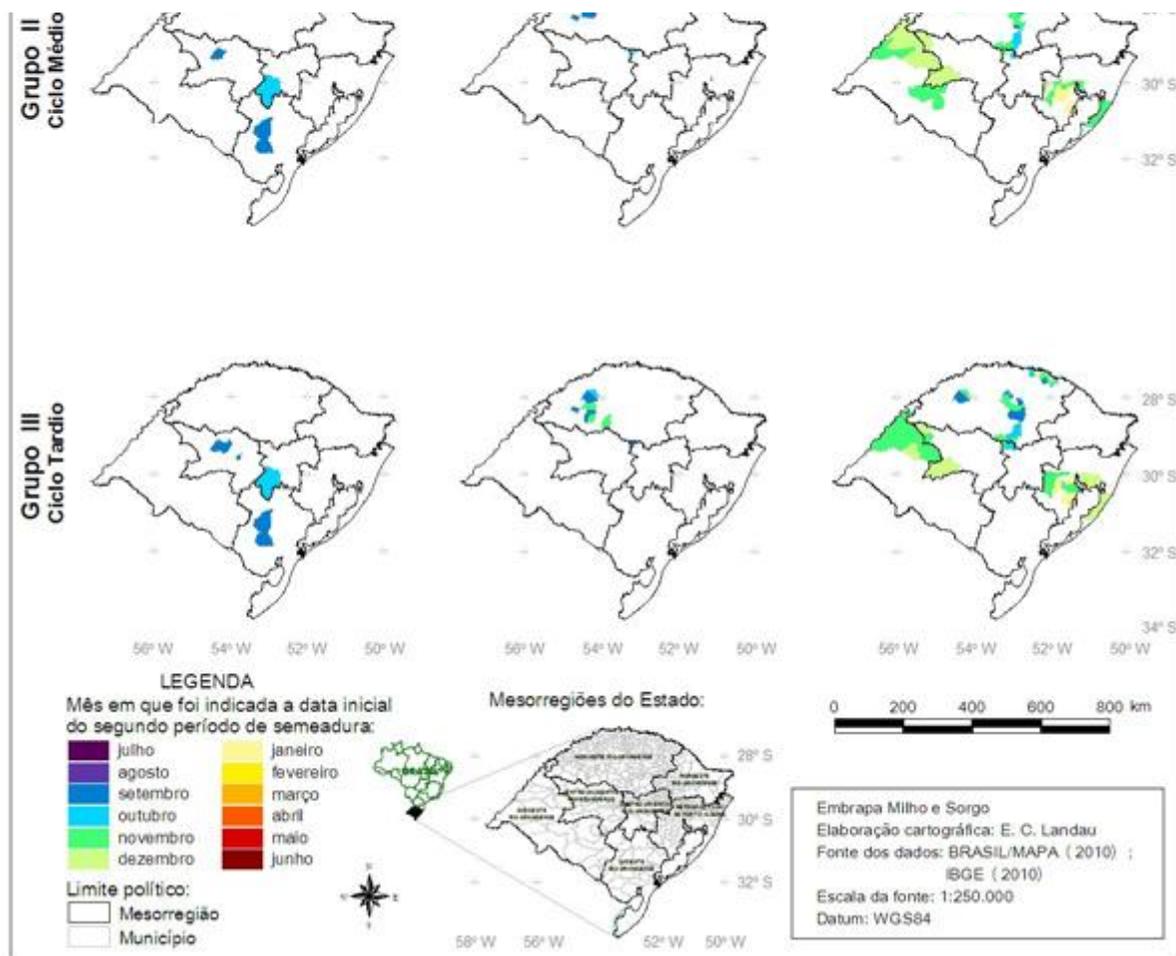




**Figura 49.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da **primeira** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Rio Grande do Sul considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.  
 Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



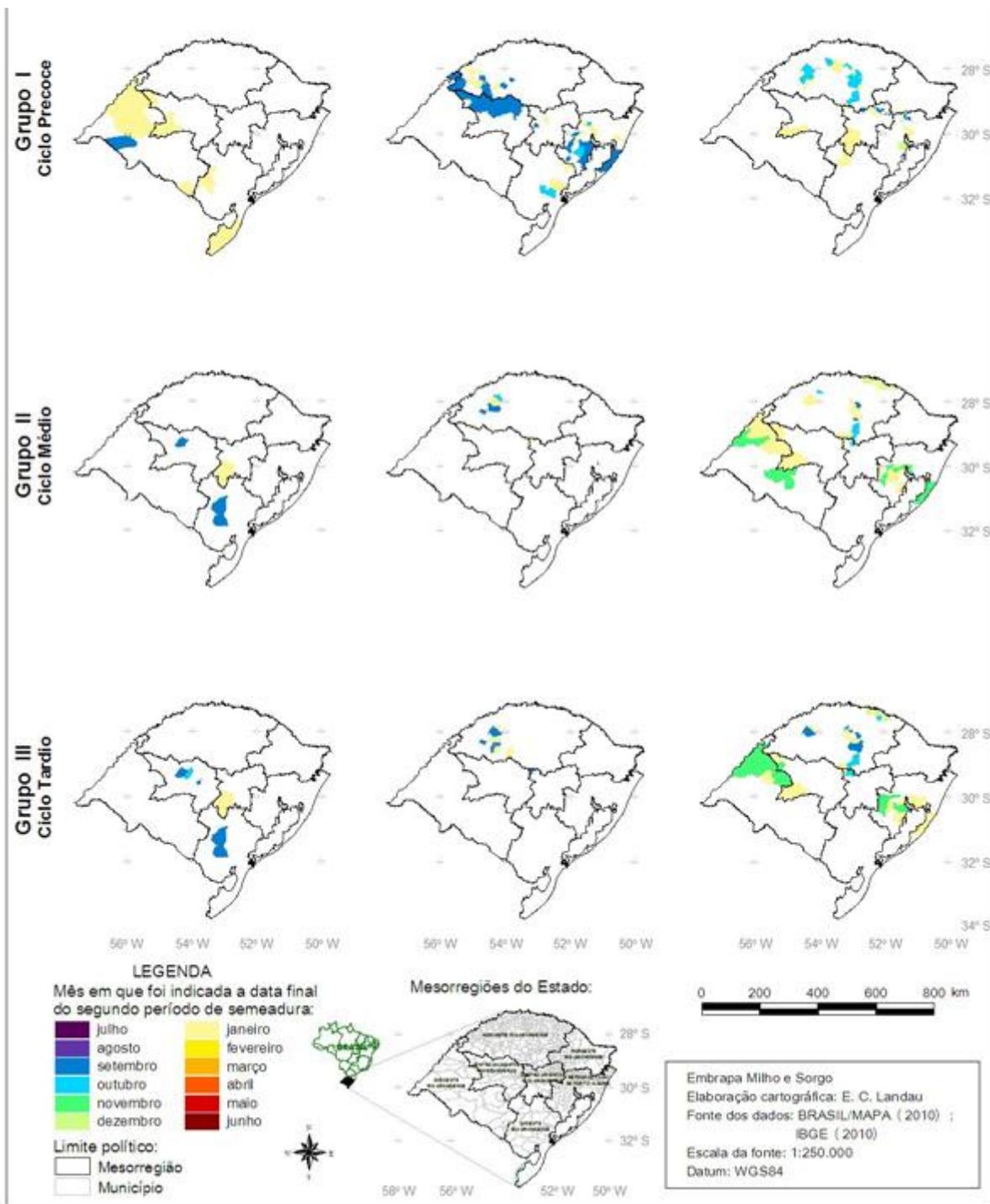


**Figura 50.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da **segunda** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado do Rio Grande do Sul considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 51.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da **segunda** época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado do Rio Grande do Sul considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Distrito Federal em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Distrito Federal foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria No 294 de 16 de novembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 17 de novembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos e com textura média. A duração das épocas aptas para sementeira variou entre 20 e 79 dias, conforme características da cultivar e solo considerados (Tabela 27, Figura 52). O início do período apto para sementeira foi indicado em janeiro; finalizando em janeiro, no caso de plantio de cultivares de ciclo tardio; em fevereiro, se considerados cultivares de ciclo médio; e em março, no caso de cultivares de ciclo precoce (Figuras 53 e 54, Tabela 28).

**Tabela 27.** Variação do período indicado para sementeira de sorgo granífero no Distrito Federal, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)
Grupo I (Precoce)	Argiloso	100,00	79
	Textura média	100,00	69
	Arenoso	0,00	--
Grupo II (Médio)	Argiloso	100,00	51
	Textura média	100,00	41
	Arenoso	0,00	--
Grupo III (Tardio)	Argiloso	100,00	31
	Textura média	100,00	20
	Arenoso	0,00	--

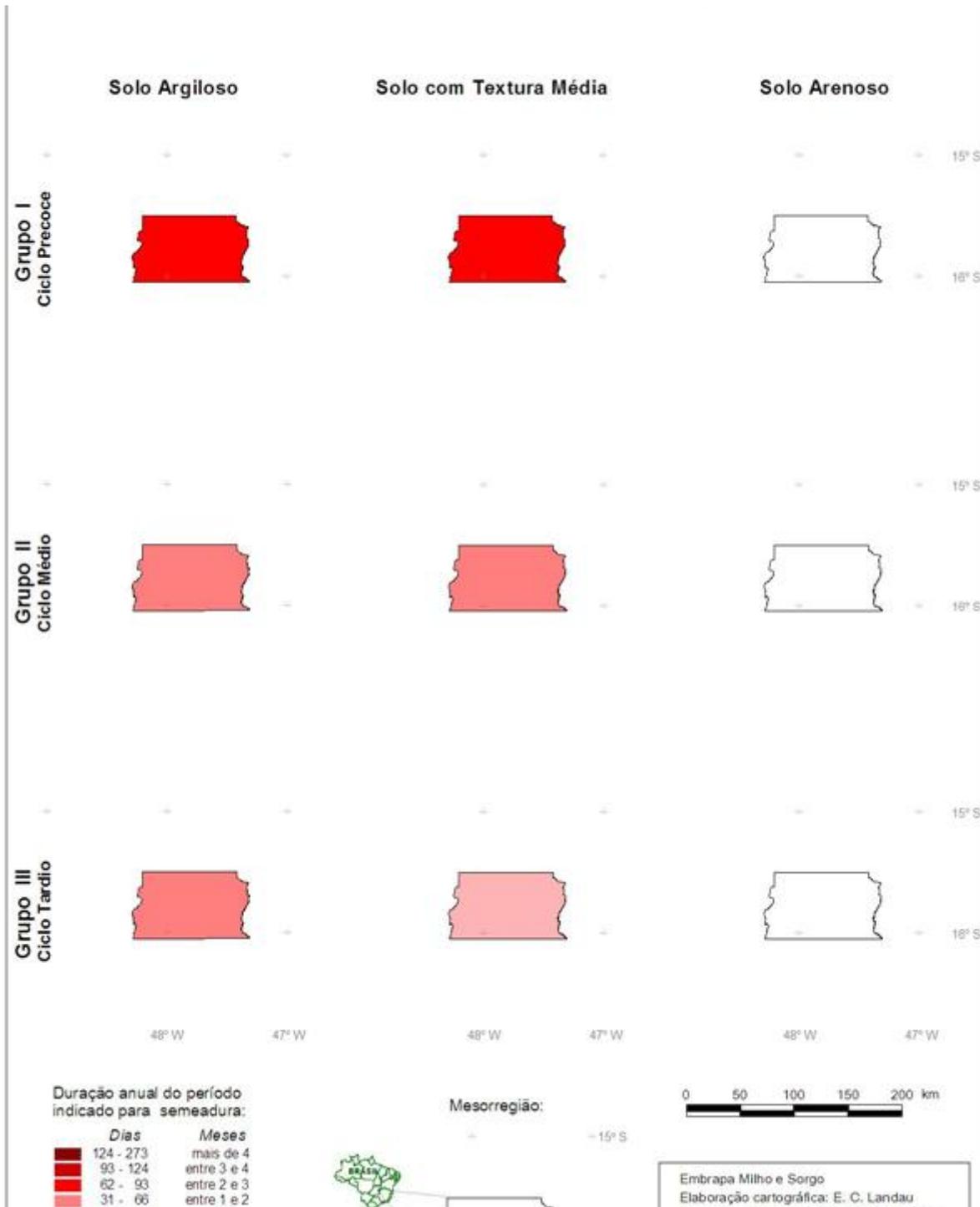
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 28.** Período indicado para sementeira de sorgo granífero no Distrito Federal, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B700)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

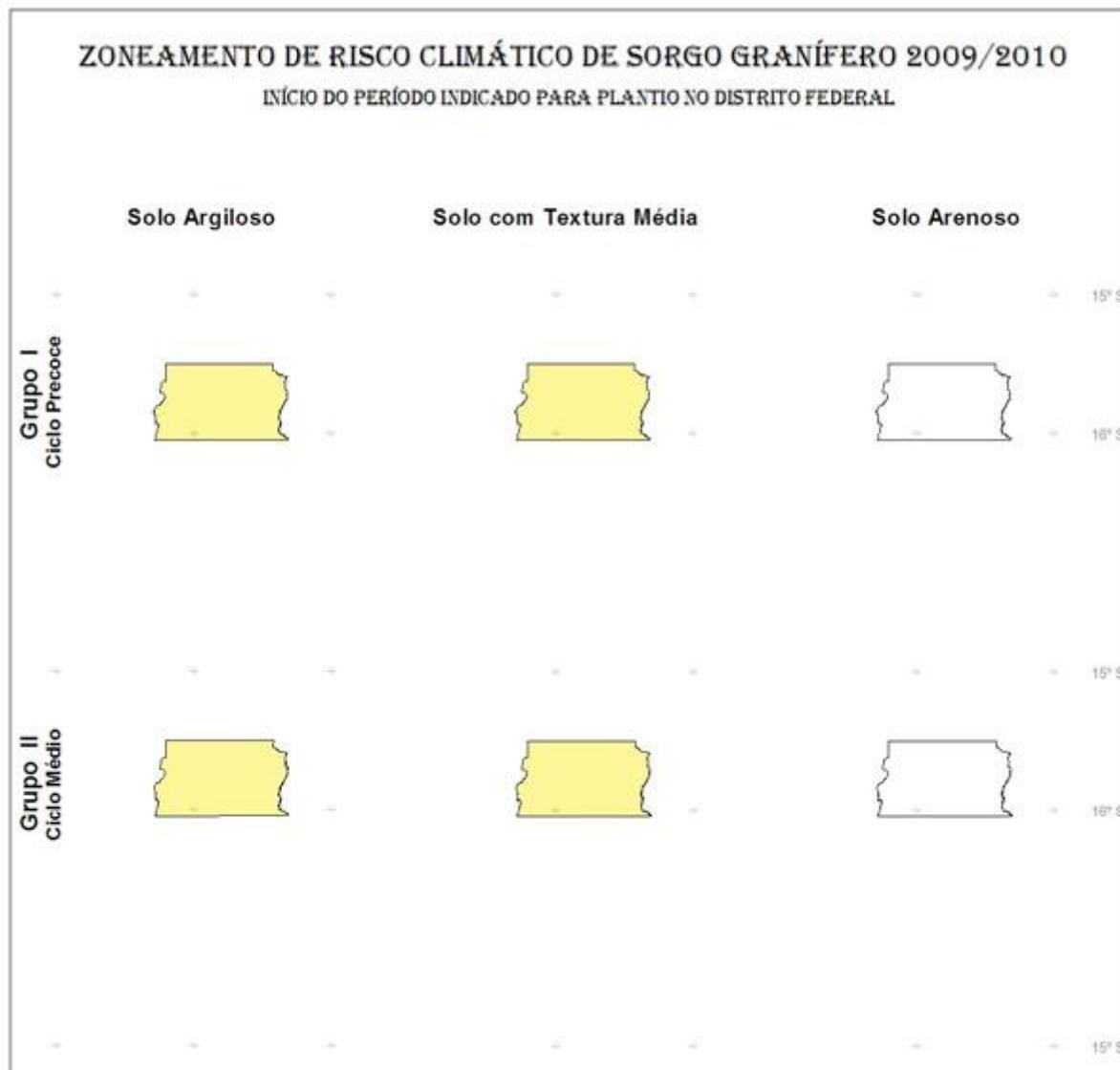
**ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO DE SORGO GRANÍFERO 2009/2010**  
DURAÇÃO ANUAL DO PERÍODO INDICADO PARA PLANTIO NO DISTRITO FEDERAL

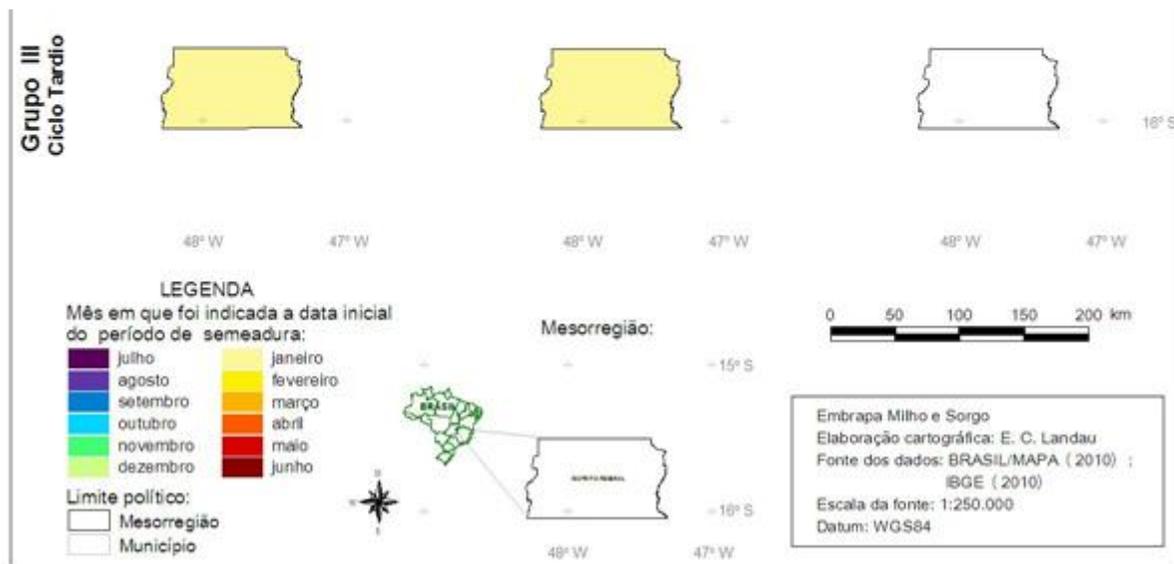




**Figura 52.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Distrito Federal conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010. Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

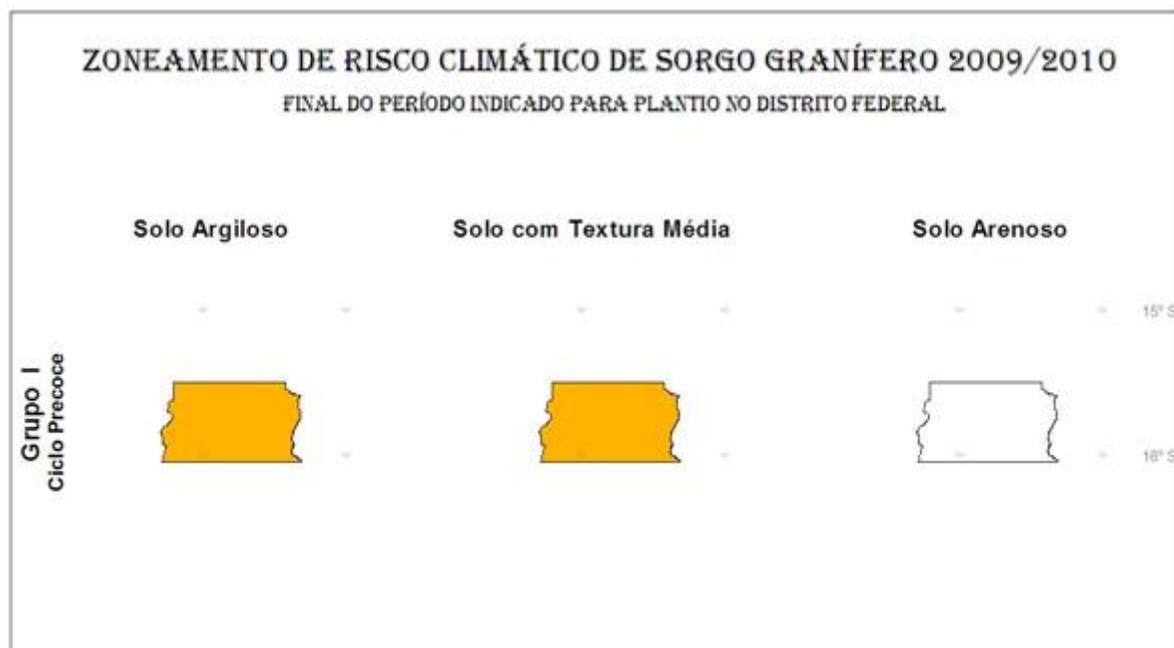
Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 53.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nas áreas do Distrito Federal consideradas no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.  
 Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 54.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Distrito Federal considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado de Goiás em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Goiás foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 295 de 16 de novembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 17 de novembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu

solos argilosos e com textura média. Em todos os municípios foi indicada apenas uma época anual apta para o plantio, variando entre 20 e 90 dias, conforme características da cultivar e solo considerados (Tabela 29, Figura 55).

O início do período indicado para semeadura foi em janeiro, finalizando entre janeiro e março, de acordo com o ciclo do cultivar e solo considerados, bem como da localização geográfica de cada município (Figuras 56 e 57, Tabela 30).

**Tabela 29.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Goiás, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ±	Desvio Padrão
Grupo I (Precoce)	Argiloso	100,00	41	90	72,82 ±	7,90
	Textura média	100,00	41	79	63,23 ±	5,82
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo II (Médio)	Argiloso	100,00	31	59	44,09 ±	6,49
	Textura média	100,00	20	51	35,11 ±	5,75
	Arenoso	0,00	--	--	--	--
Grupo III (Tardio)	Argiloso	100,00	20	51	29,51 ±	6,36
	Textura média	94,33	20	51	23,07 ±	6,15
	Arenoso	0,00	--	--	--	--

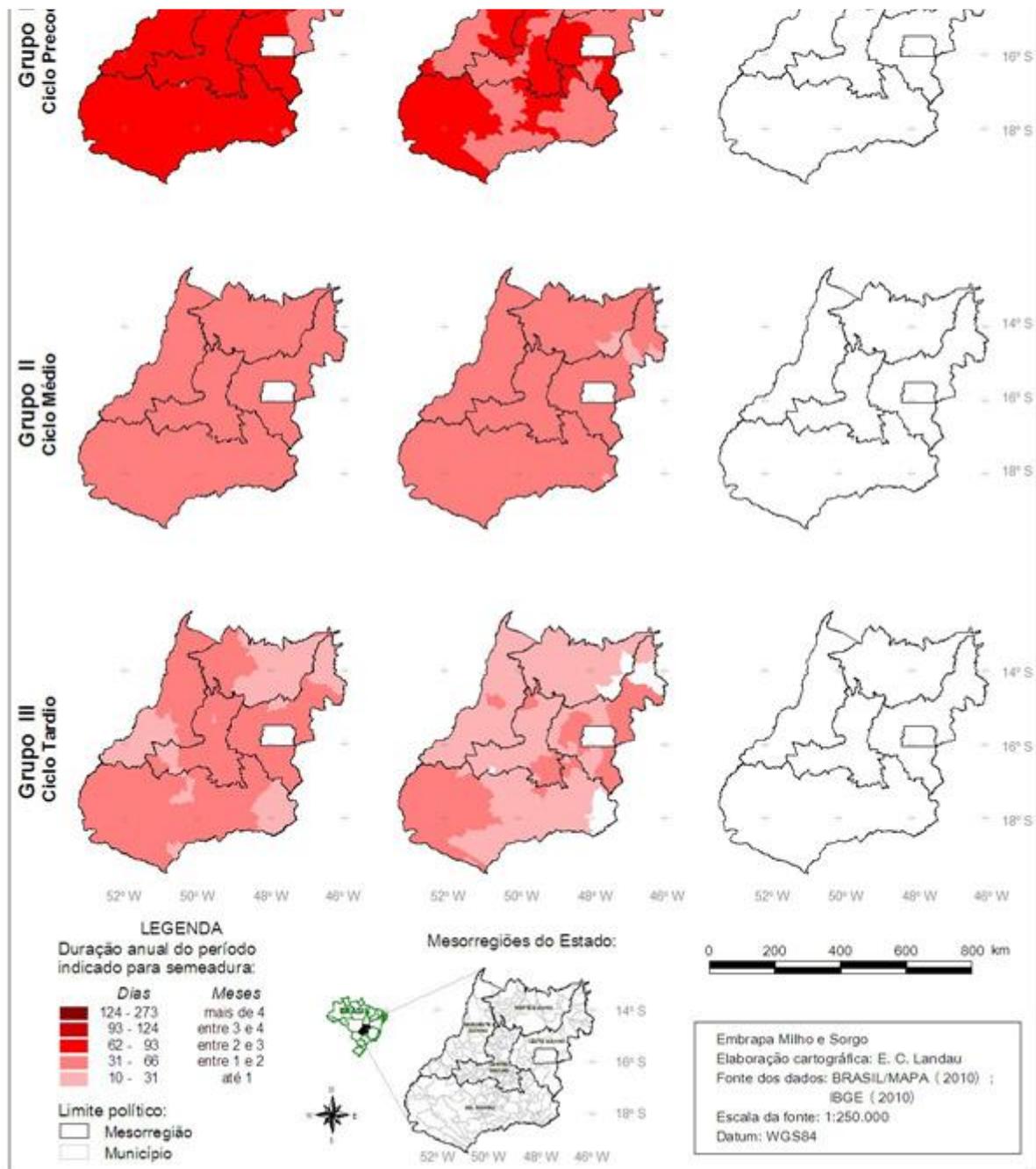
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 30.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Goiás, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B701)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

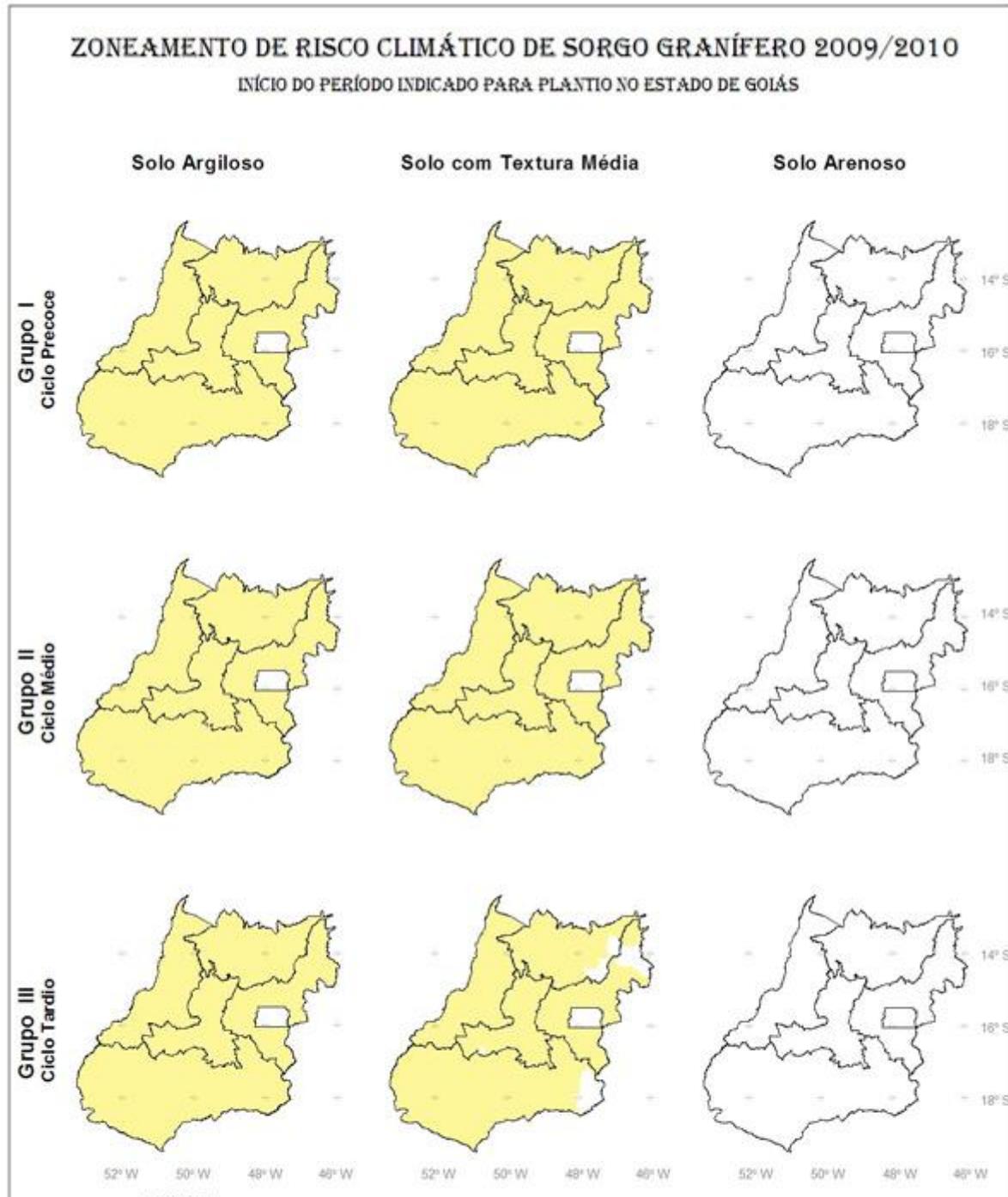




**Figura 55.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Goiás conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

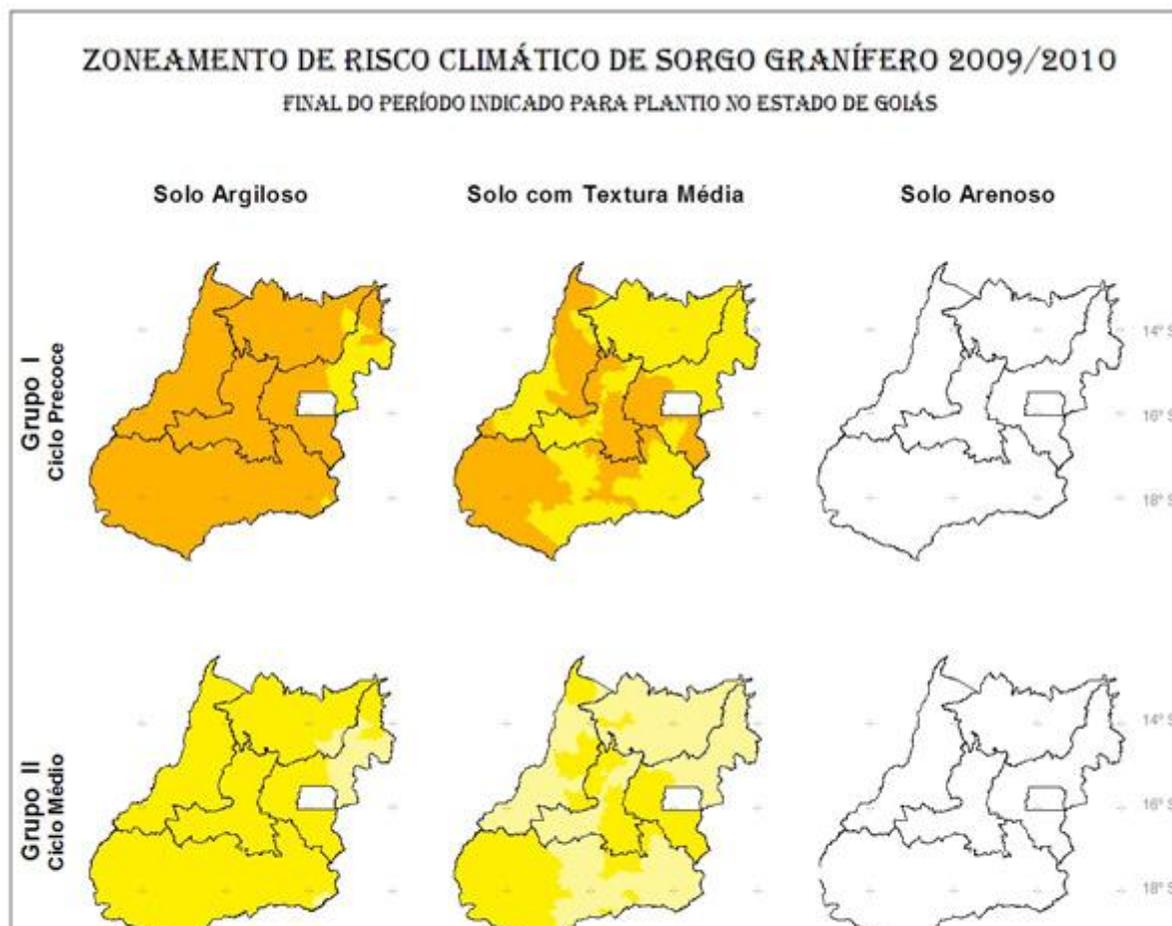


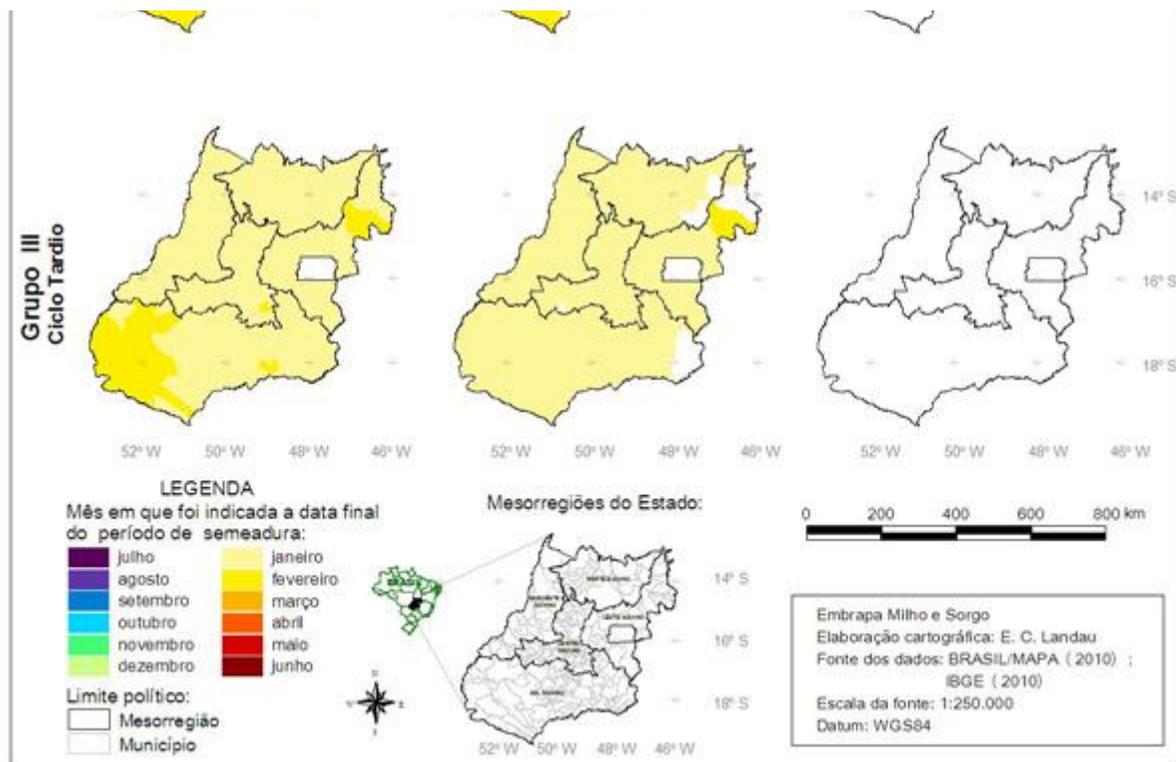


**Figura 56.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Goiás considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 57.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Goiás considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado de Mato Grosso em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Mato Grosso foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 297 de 16 de novembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 17 de novembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). O zoneamento abrangeu solos argilosos, com textura média e arenosos, tendo sido abrangidos todos os municípios do estado. A duração das épocas aptas para semeadura variou entre 10 e 79 dias, conforme características da cultivar e solo considerados (Tabela 31, Figura 58).

Em todos os municípios com indicação de plantio de sorgo, o início do período apto foi definido no mês de janeiro, finalizando entre janeiro e março, de acordo com o ciclo da cultivar e tipo de solo considerados, bem como da localização geográfica de cada município (Figuras 59 e 60, Tabela 32).

**Tabela 31.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Mato Grosso, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

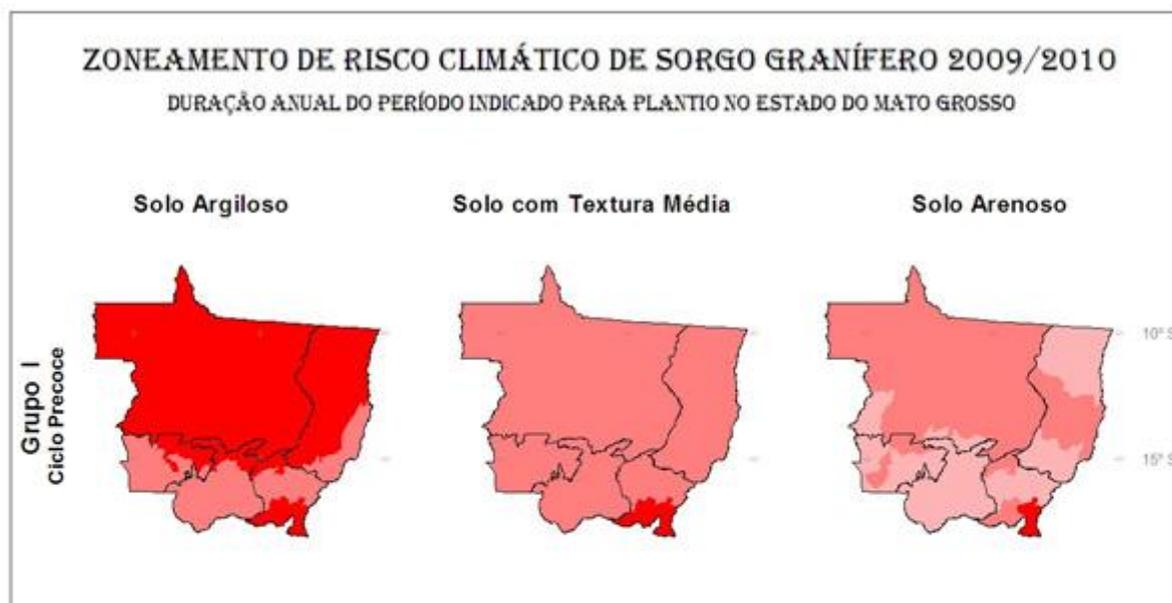
Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	
Grupo I (Precoce)	Argiloso	100,00	51	79	69,10 ± 10,07	
	Textura média	100,00	31	79	45,44 ± 10,21	
	Arenoso	100,00	20	69	25,99 ± 8,36	
Grupo II (Médio)	Argiloso	100,00	20	79	46,17 ± 10,64	
	Textura média	87,32	10	79	28,46 ± 10,63	
	Arenoso	8,45	20	51	30,33 ± 15,26	
Grupo III (Tardio)	Argiloso	100,00	20	79	46,17 ± 10,64	
	Textura média	87,32	10	79	28,46 ± 10,63	
	Arenoso	8,45	20	51	30,33 ± 15,26	

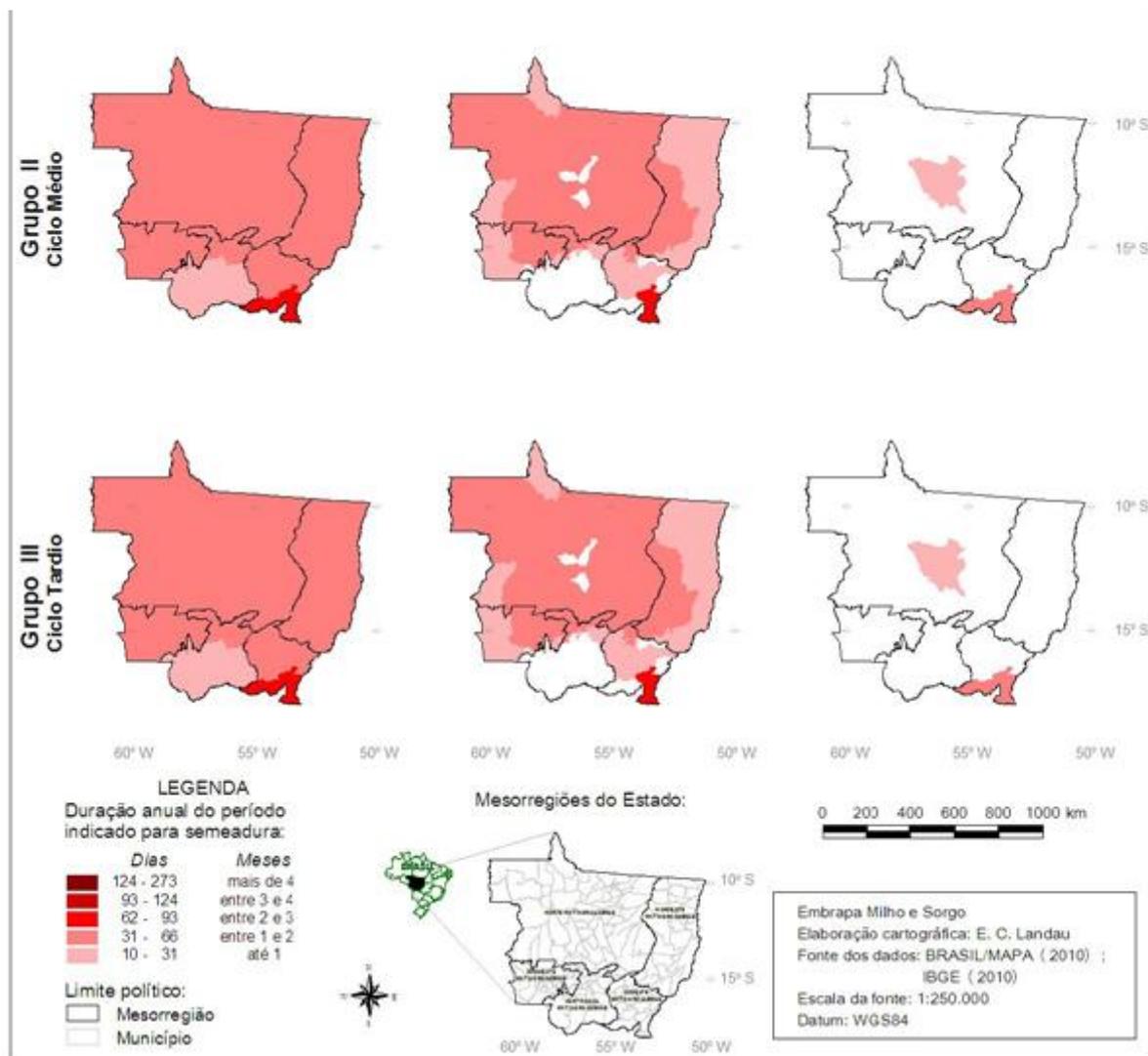
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 32.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Mato Grosso, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B2186)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





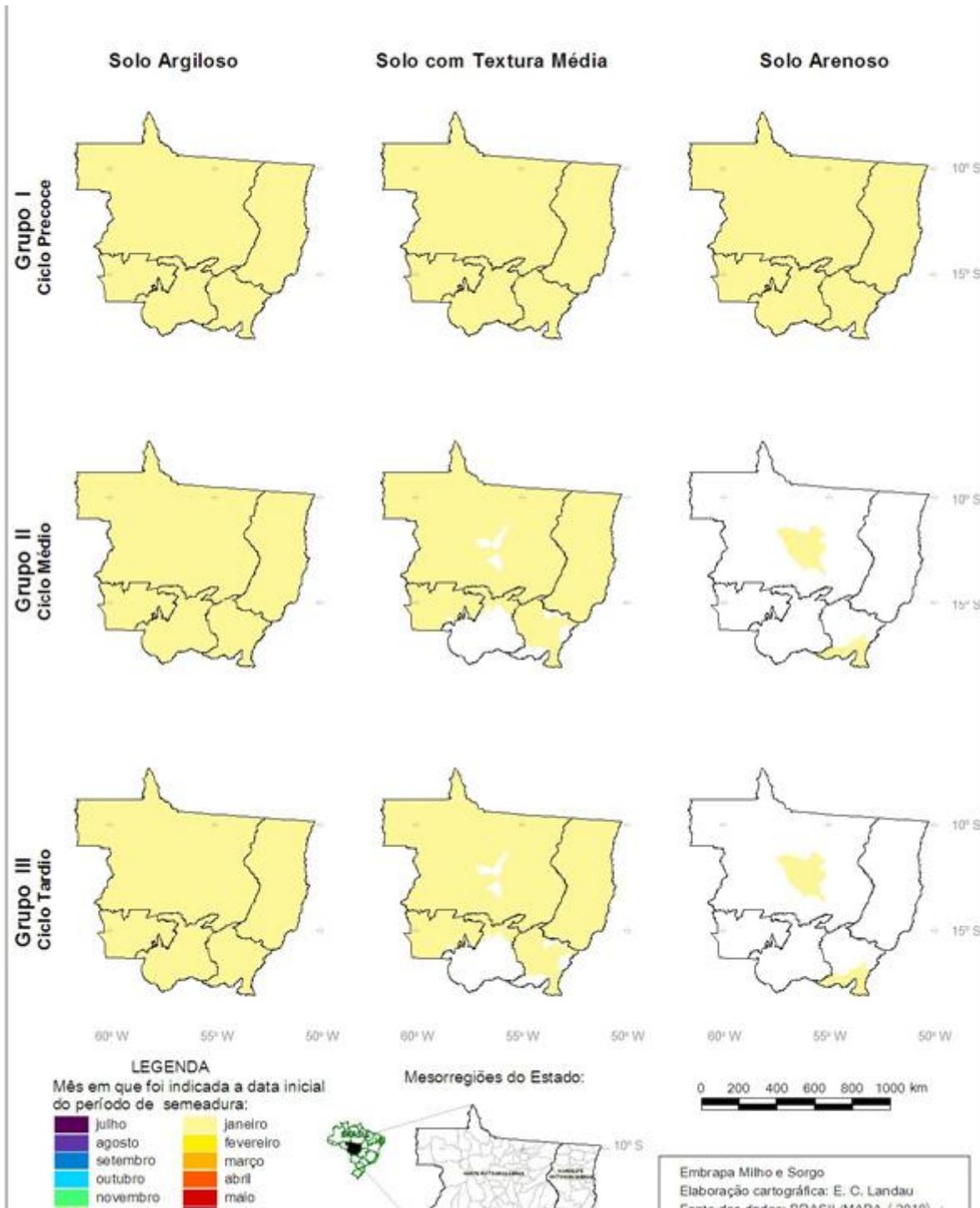
**Figura 58.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Mato Grosso conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau

## ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO DE SORGO GRANÍFERO 2009/2010

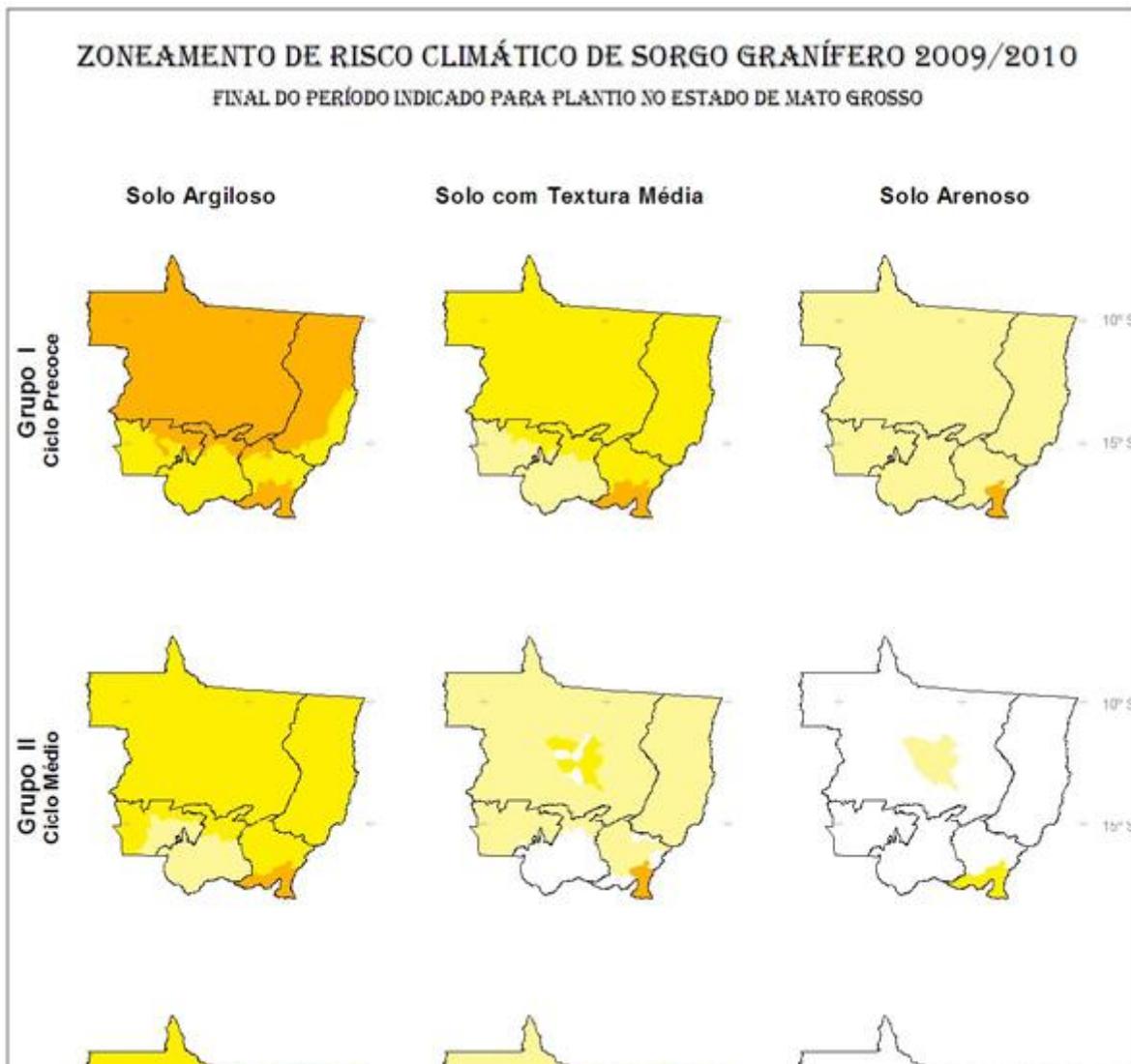
INÍCIO DO PERÍODO INDICADO PARA PLANTIO NO ESTADO DO MATO GROSSO

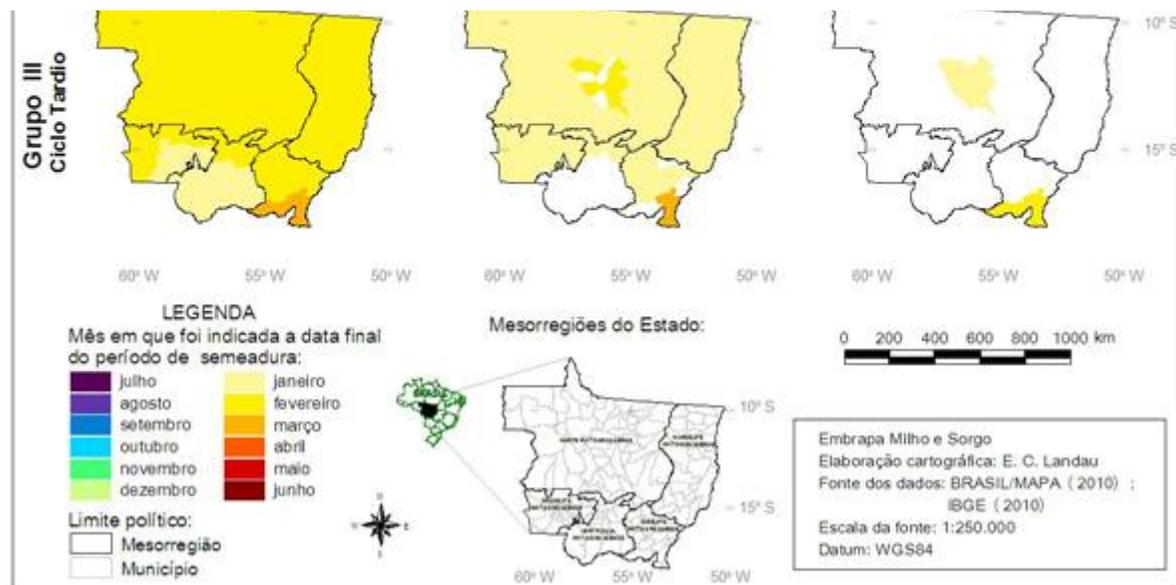




**Figura 59.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Mato Grosso considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.  
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 60.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Mato Grosso considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de Sorgo Granífero no Estado de Mato Grosso do Sul em 2009/2010

O zoneamento agrícola 2009/2010 para o Estado de Mato Grosso do Sul foi divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria Nº 296 de 16 de novembro de 2009, publicada no Diário Oficial da União no dia 17 de novembro de 2009 (MAPA/BRASIL, 2010). Este considerou solos argilosos, com textura média e arenosos, tendo sido abrangidos praticamente todos os municípios do estado (98,72%, que ocupam 98,78% da área do estado). A duração das épocas aptas para semeadura variou entre 31 e 79 dias, conforme características da cultivar e solo considerados (Tabela 33, Figura 61).

Em todo o estado foi indicado o início do período apto para plantio no mês de janeiro, estendendo-se até fevereiro ou março, conforme a cultivar e solo considerados, bem como a localização geográfica de cada município (Figuras 62 e 63, Tabela 34).

**Tabela 33.** Variação do período indicado para semeadura de sorgo granífero no Estado de Mato Grosso do Sul, considerando o zoneamento de riscos climáticos por município publicado para a safra 2009/2010.

Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	
Grupo I (Precoce)	Argiloso	98,72	69	79	78,87 ± 1,14	

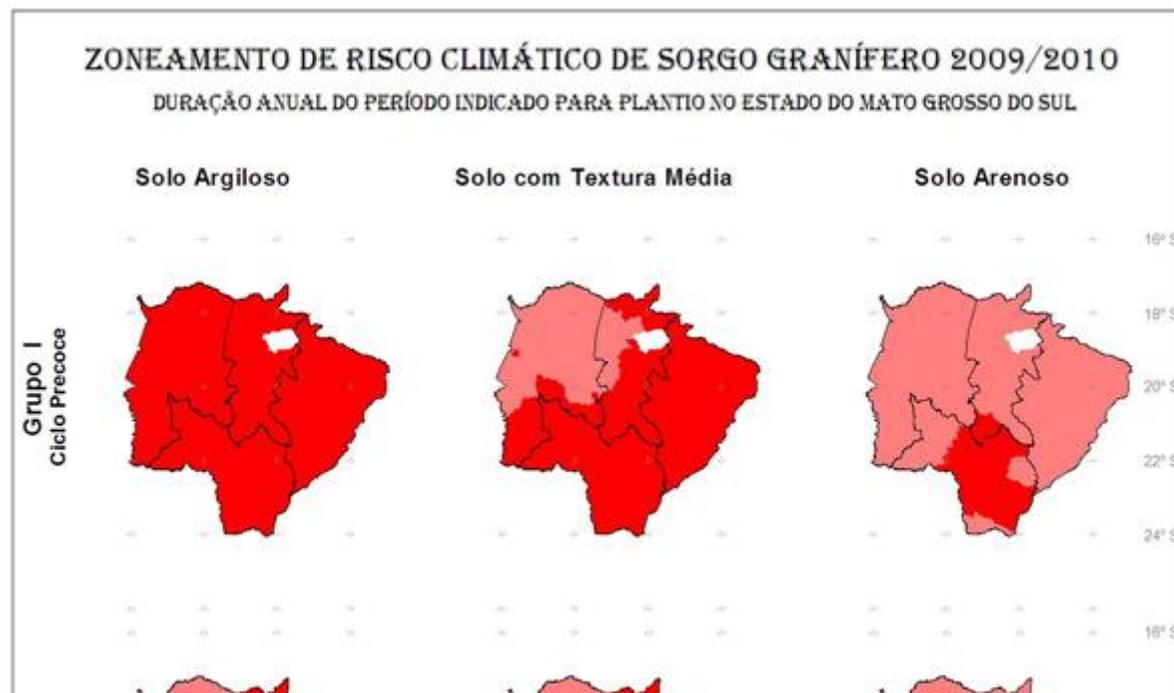
Grupo/Ciclo	Classe de Solo	Proporção de municípios com indicação de áreas aptas (%)	Duração do período indicado (dias)			
			Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	
Grupo II (Médio)	Textura média	98,72	59	79	71,34 ± 5,83	
	Arenoso	98,72	31	69	59,36 ± 10,31	
	Argiloso	98,72	41	79	74,48 ± 7,92	
	Textura média	98,72	31	79	62,17 ± 11,09	
	Arenoso	98,72	31	69	53,73 ± 6,93	
	Argiloso	98,72	41	79	74,48 ± 7,92	
Grupo III (Tardio)	Textura média	98,72	31	79	62,17 ± 11,09	
	Arenoso	98,72	31	69	53,73 ± 6,93	

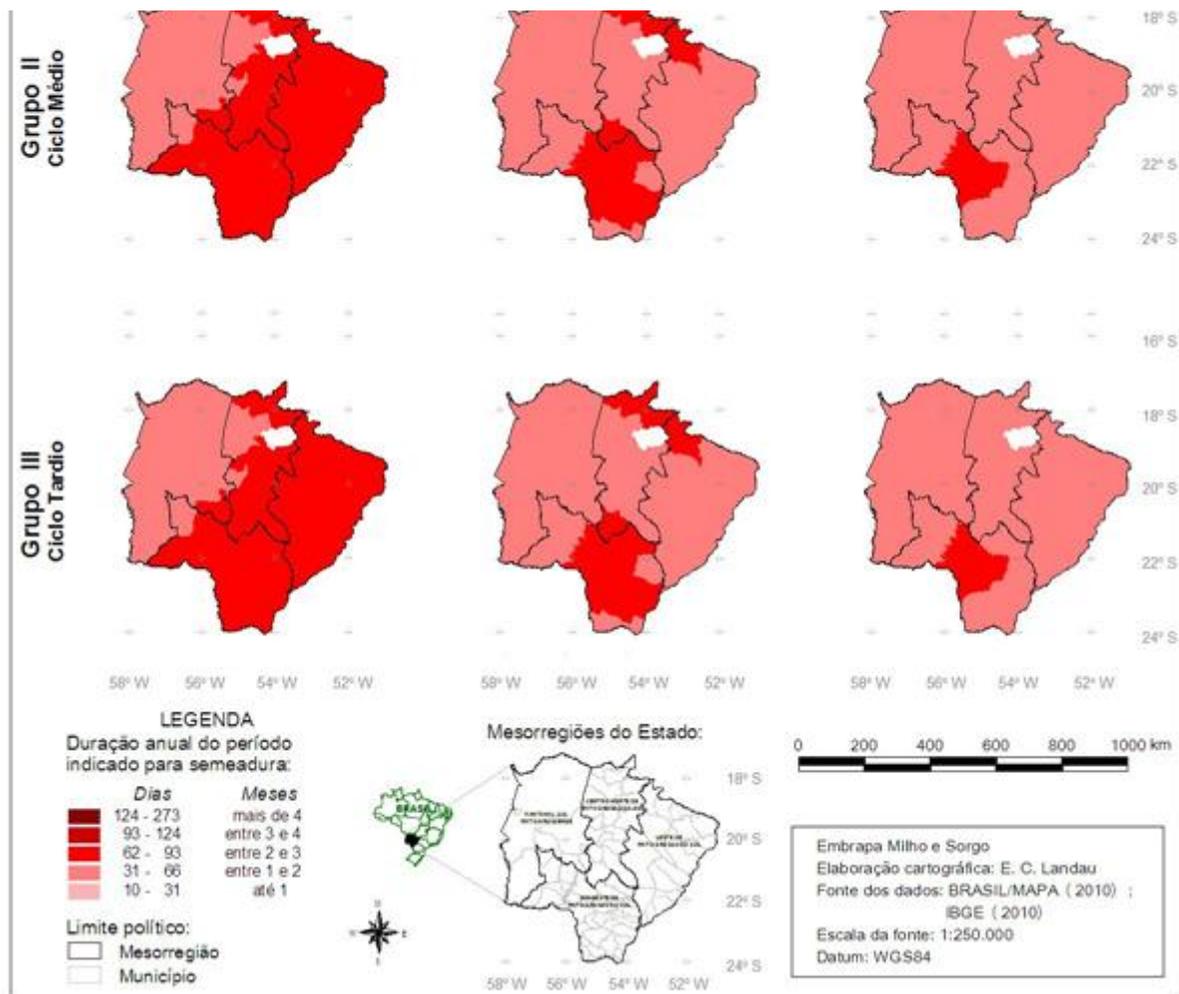
Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Tabela 34.** Período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul, considerando o zoneamento de riscos climáticos para a safra 2009/2010.

Arquivo: [ZA2010\\_SorgoGranif\\_IniFim\\_UFs\\_TABELA2.pdf](#) (célula B2327)

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



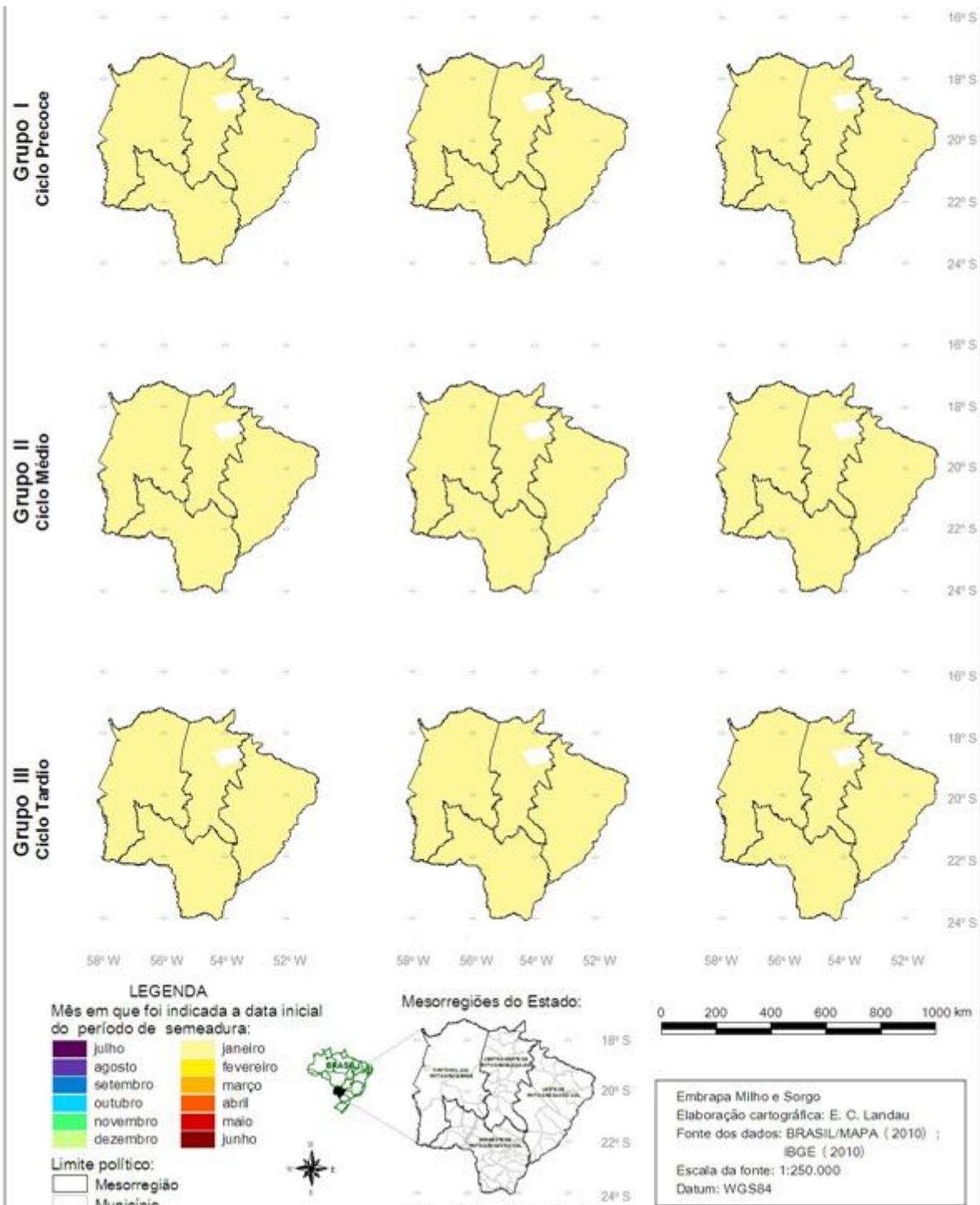


**Figura 61.** Duração anual do período indicado para semeadura de sorgo granífero nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul, conforme o zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau



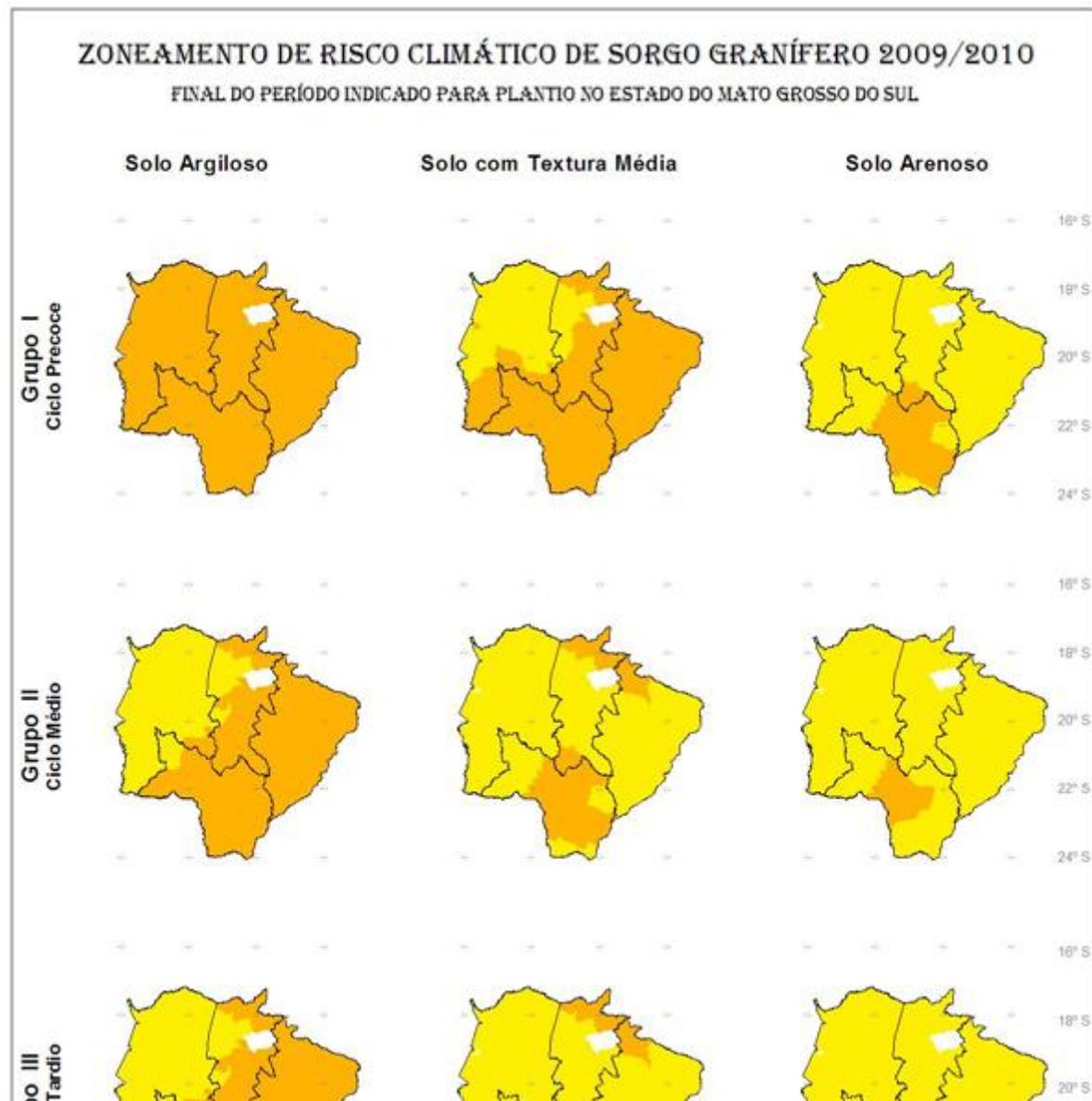


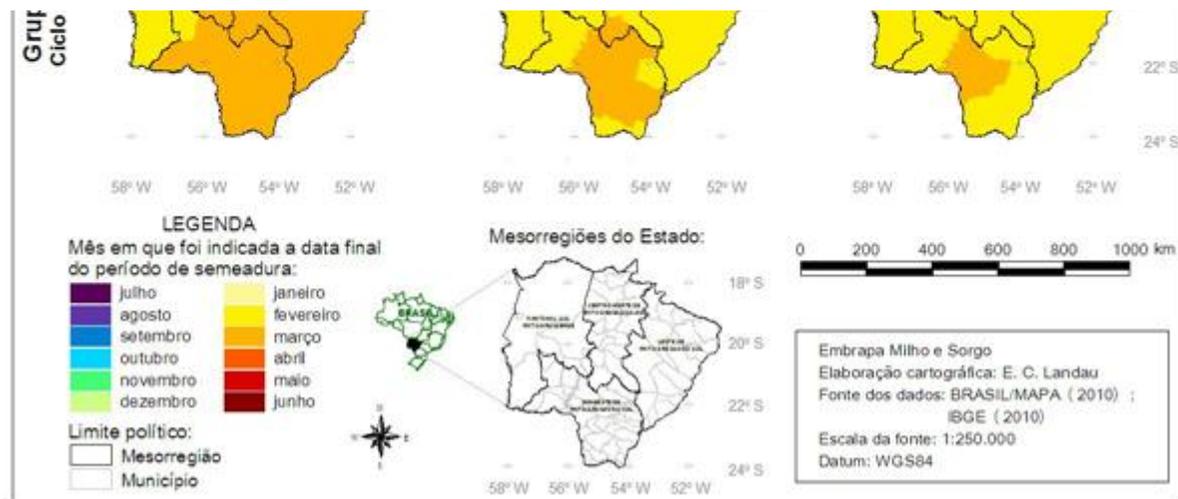


**Figura 62.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **início** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

Elaboração cartográfica: E.C. Landau





**Figura 63.** Representação geográfica do mês em que foi indicado o **final** da época de plantio de sorgo granífero nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul considerados no zoneamento de risco climático para a safra 2009/2010.

Fonte: Brasil/Mapa (2010), IBGE (2010).

**Autores deste tópico:** Daniel Pereira Guimaraes, Elena Charlotte Landau

## Ecofisiologia

### Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) é uma planta originária da África. Segundo Doggett (1988), os sorgos cultivados atualmente se originam do silvestre *Sorghum bicolor* subsp. *arundinaceum*, e a maior variação do gênero *Sorghum* se encontra no quadrante centro-oeste da África, abaixo do Saara, na região da Etiópia-Sudão, de onde o gênero ancestral, com um número básico de cinco cromossomas, provavelmente se originou há 5.000-6.000 anos (Berenji et al., 2011).

A planta de sorgo se adapta a uma ampla variação de ambientes e produz sob condições desfavoráveis à maioria dos outros cereais. Devido a sua resistência à seca, é considerado como um cultivo mais apto para as regiões áridas com chuvas escassas (Tabosa et al., 2002; Monteiro et al., 2004).

Os componentes do rendimento do sorgo, dentro de uma densidade populacional de 30 a 60 plantas.m<sup>-2</sup> (300 mil a 600 mil plantas.ha<sup>-1</sup>), apresentam um número de sementes por panícula de 1.500 a 12.000 e um peso de sementes de 25 a 35 mg.

O sorgo apresenta ampla utilidade na dieta alimentar humana, de forma direta (farinhas dos grãos) e indireta (na indústria de rações e volumosos em pastoreios diretos ou silagens para animais). O sorgo é um componente importante do mix de insumos energéticos que entram na composição de rações

para aves, suínos, bovinos, no segmento de *pet food* e, recentemente, na produção do bioetanol (Fialho et al., 2002; Davila-Gomez et al., 2011).

O sorgo é uma planta autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada. A planta de sorgo apresenta metabolismo C4, resposta fotoperiódica típica de dia curto e de altas taxas fotossintéticas. A grande maioria dos materiais genéticos comerciais de sorgo requerem temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento (Paul 1990). A planta de sorgo tolera o déficit de água e o excesso de umidade no solo, mais do que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (Dogget 1970; Sharma et al., 2005; Bibi et al., 2010). Durante a primeira fase de crescimento das culturas, que vai do plantio até a iniciação da panícula (EC1), é muito importante a rapidez da germinação, emergência e estabelecimento da plântula, uma vez que a planta é pequena, tem um crescimento inicial lento e um pobre controle de plantas daninhas. Nesta fase, pode reduzir seriamente o rendimento de grãos. Embora não existam dados concretos disponíveis, acerca de como os estádios iniciais da cultura podem afetar o rendimento, é lógico pensar que um bom estande, com rápida formação de folhas e sistema radicular, tornará aquela cultura apta a enfrentar possíveis estresses ambientais durante o seu ciclo (Eastin, 1972). Os híbridos, de maneira geral, têm uma formação de folhas e sistema radicular mais rápidos do que linhagens ou variedades. Quando se compara materiais forrageiros, principalmente variedades, estas são mais lentas que os graníferos.

Na fase seguinte (EC2), que compreende a iniciação da panícula até o florescimento, vários processos de crescimento, se afetados, poderão comprometer o rendimento. São eles: desenvolvimento da área foliar, sistema radicular, acumulação de matéria seca e o estabelecimento de um número potencial de sementes. Esse último é, provavelmente, o mais crítico desde que maior número de grãos tem sido geralmente o mais importante componente de produção associado ao aumento de rendimento em sorgo. Na terceira fase de crescimento (EC3), que vai da floração à maturação fisiológica, os fatores considerados mais importantes são aqueles relacionados ao enchimento de grãos (Dogget 1970; Eastin, 1972; Paul 1990; Barnabas et al., 2008; Lopes et al., 2011).

Durante as três etapas de crescimento, a fotossíntese, o particionamento de fotoassimilados e a divisão e expansão celular devem estar ajustados visando um bom rendimento da cultura. É lógico pensar que o rendimento final é função tanto da duração do período de enchimento de grãos como da taxa de acumulação de matéria seca diária (Dogget 1970).

## Estádios de desenvolvimento do sorgo

O conhecimento do padrão diferencial de acúmulo de matéria seca e de nutrientes, durante o ciclo da cultura do sorgo, permite avaliar as necessidades de adequadas práticas de manejo.

Durante os primeiros 20 ou 30 dias após a emergência, as plantas crescem lentamente; depois, o crescimento e a acumulação de matéria seca são rápidos e quase lineares, até a maturação fisiológica. Até os 30-40 dias após a emergência, as plantas se constituem praticamente da bainha e da lâmina; e, após este período, começa o alongamento do colmo e o ganho rápido de peso.

A melhor adequação de práticas de manejo da cultura do sorgo está associada aos estádios fenológicos da planta, que variam de acordo com cultivar, condições edafo-climáticas e práticas de manejo. As fases apresentadas a seguir, representam o desenvolvimento de uma cultivar de sorgo com ciclo de 100 dias, aproximadamente (Vanderlip & Reeves, 1972):

**Estádio 0 (Emergência)** – da semente ao surgimento do coleóptilo na superfície do solo, que ocorre, geralmente, dentro de 4 a 10 dias, dependendo das condições ambientais (principalmente, pela umidade, temperatura, oxigênio e pela qualidade da semente).

**Estádio 1 (Visível a lígula/colar ou cartucho da 3ª folha)** – ocorre, em condições normais, com cerca de 10 dias após a emergência.

**Estádio 2 (Visível a lígula/colar da 5ª folha)** – ocorre com três semanas após a emergência.

**Estádio 3 (Diferenciação do ponto de crescimento)** – ocorre cerca de 30 dias após a emergência e representa a mudança do ponto de crescimento de vegetativo para reprodutivo. Esta fase é determinada pelas condições do ambiente e pelas características genéticas da cultivar. O período do plantio à diferenciação do ponto de crescimento é de aproximadamente um terço do período necessário para a maturação fisiológica, ou ciclo da cultura. Neste período inicia o alongamento rápido do colmo, quando aproximadamente 7 a 10 folhas estão completamente desenvolvidas.

**Estádio 4 (Visível a última folha)** – ocorre o rápido alongamento do colmo. Todas as folhas estão completamente desenvolvidas, com exceção das últimas 3 ou 4.

**Estádio 5 (Emborrachamento)** – Todas as folhas estão completamente desenvolvidas, resultando a máxima área foliar. A panícula alcança seu comprimento máximo, dentro da bainha da folha bandeira.

**Estádio 6 (50% de floração)** – O período da emergência a 50% de floração (cerca de 60 dias) é de aproximadamente 2/3 do período da emergência à maturação fisiológica.

**Estádio 7 (Leitoso)** – Cerca de 50% da matéria seca dos grãos já foram acumulados (cerca de 70 dias após a emergência), e o peso do colmo diminui.

**Estádio 8 (Pastoso)** – Cerca de ¾ de matéria seca dos grãos já foram acumulados (cerca de 85 dias após a emergência).

**Estádio 9 (Maturação fisiológica)** – Os grãos estão com 22 a 23% de umidade (cerca de 95 dias após a emergência).

## Altura da planta e desenvolvimento inicial das folhas

A altura da planta é importante para sua classificação. Pode variar desde 40 cm até 4 m. A altura do caule até o extremo da panícula varia segundo o número e a distância dos entrenós e também segundo o pedúnculo e a panícula. A quantidade de nós está determinada pelos genes da maturação e por sua reação ao fotoperíodo e a temperatura. A distância dos entrenós varia segundo as combinações de quatro ou mais fatores genéticos e segundo o ambiente. Por outro lado, a distância do pedúnculo e da panícula com frequência são independentes.

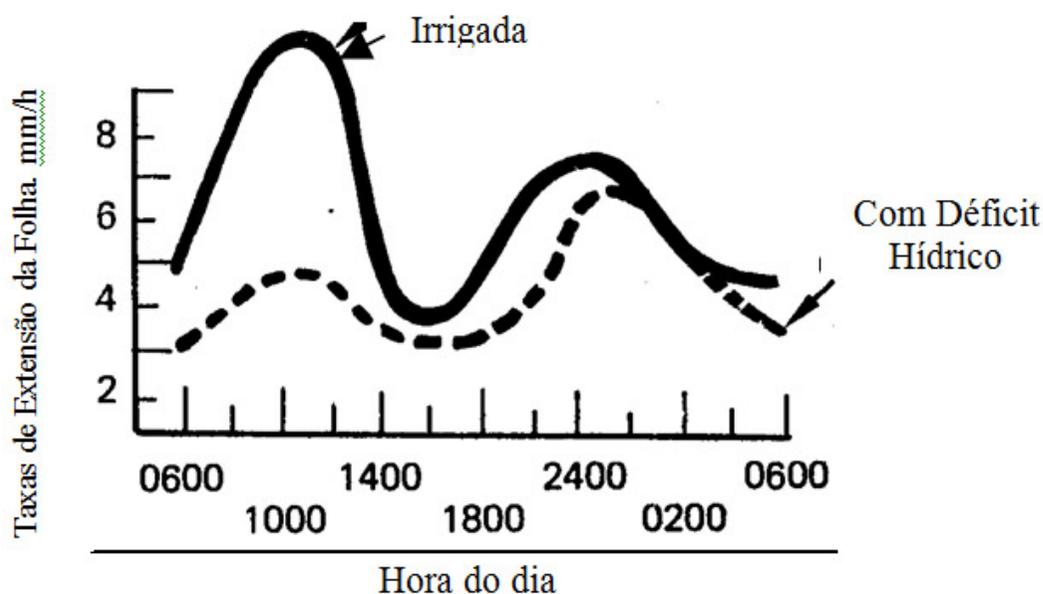
A altura da planta, portanto, é controlada por quatro pares de genes principais (*dw1*, *dw2*, *dw3* e *dw4*), os quais atuam de maneira independente e aditiva sem afetar o número de folhas e a duração do período de crescimento (Arnon, 1972). As plantas com os genes recessivos nos quatro *loci* resultam em porte mais baixo (60-80 cm), caracterizadas pelo nanismo e são chamadas "anãs-4"; enquanto que as plantas com genes recessivos em três *loci* e dominante no outro *locus* são chamadas "anãs-3". Cultivares graníferos normalmente são "anãs-3 e cultivares forrageiras são "anãs-2 ou "anãs-1", com genes recessivos em dois ou um *loci* respectivamente. Inibidores de giberelinas em sorgo também tem sido utilizados para diminuir o tamanho das plantas e assim aumentarem a estabilidade do rendimento de grãos, principalmente em situações de seca (Li et al., 2011). A taxa de produção de matéria seca no sorgo é fortemente afetada pela área foliar no primeiro estágio de crescimento (do plantio à iniciação da panícula, Krieg, 1983). A área

foliar final é determinada pelas taxas de produção e duração da expansão, pelo número de folhas produzidas e a taxa de senescência, os quais são fatores bastante afetados pelo ambiente (Peacock & Wilson, 1984).

A temperatura, o déficit de água e as deficiências pelos nutrientes, afetam as taxas de expansão das folhas, altura da planta e duração da área foliar, sobretudo nos genótipos sensíveis ao fotoperíodo. Esses efeitos podem ser modificados por mudanças na duração do dia (Dale 1982). A insuficiência de água é uma das causas mais comuns de redução de área foliar nos cereais e está relacionada com a expansão das células (Krieg, 1983; Royo et al., 2004; Araus et al., 2008) (Figura 1). A temperatura noturna baixa, geralmente, atrasa o desenvolvimento dos estádios EC 2 e EC 3.

Existem diferenças consideráveis das taxas diurnas de crescimento das folhas de sorgo, provavelmente como reflexo das diferenças ambientais. Tem-se observado taxas de expansão foliar de aproximadamente 60 cm<sup>2</sup>/planta/dia o qual se traduz em taxa de crescimento relativo de 70% por dia (Krieg, 1983). As folhas mais velhas mostram taxas de fotossíntese e de crescimento mais baixas, devido a mudanças causadas pela senescência (Dale, 1982).

A quantidade e qualidade de luz também são importantes para a expansão foliar. Folhas que crescem em altas intensidade de luz, tem frequentemente um maior número de células maiores que aquelas que crescem em intensidade de luz mais baixas.



**Figura 1.** Taxas de extensão da folha de sorgo visível mais jovem, com a presença e ausência de estresse hídrico (Fonte: Adaptado de Krieg, 1983).

O estágio de três folhas completamente desenvolvidas é caracterizado pelo ponto de crescimento ainda abaixo da superfície do solo. Enquanto a taxa de crescimento da planta depende grandemente da temperatura, esse estágio usualmente ocorrerá cerca de 10 dias após a emergência. Da mesma maneira que no milho, como o ponto de crescimento ainda está abaixo da superfície do solo, caso aconteça algum problema com a parte aérea como por exemplo chuva de granizo ou alguma outra intemperie da natureza, isto não matará a planta, ela tem condição de sobreviver. O sorgo, no entanto, não recupera

tão vigorosamente como o milho. No estágio de 5 folhas, aproximadamente 3 semanas após a emergência, o ponto de crescimento ainda está abaixo da superfície do solo. A perda das folhas, igualmente, não matará a planta. O crescimento nesse caso será mais vigoroso que no estágio anterior; porém, ainda menos vigoroso que o milho. Nos estádios iniciais da planta de sorgo, ela entra no chamado período de crescimento rápido, acumulando matéria a taxas aproximadamente constantes até a maturação, desde que as condições sejam satisfatórias.

Com cerca de 30 dias após a emergência ocorre a diferenciação do ponto de crescimento (muda de vegetativo, “produtor de folhas” para reprodutivo, “produtor de panícula”). O número total de folhas nesse estágio, já foi determinado e o tamanho potencial da panícula será brevemente determinado. Cerca de 1/3 da área total foliar está totalmente desenvolvida. Neste estágio, a planta se encontra com 7 a 10 folhas, dependendo do seu ciclo, sendo que 1 a 3 folhas baixas já foram perdidas. O colmo aumenta rapidamente, a absorção de nutrientes também é rápida. O tempo compreendido entre o plantio e a diferenciação do ponto de crescimento, geralmente, é cerca de 1/3 do tempo compreendido entre plantio e maturidade fisiológica.

## Perfilhamento

O perfilhamento no sorgo forrageiro é uma característica considerada vantajosa, ao passo que para o sorgo granífero pode não ser; sobretudo, quando não há coincidência de maturação entre planta mãe e perfilhos. Neste caso o perfilhamento pode ter efeito negativo no rendimento por sombrear as folhas da planta mãe e pela competição do uso de água e nutrientes do solo (Peacock & Wilson 1984).

O perfilhamento é influenciado pelo grau de dominância apical, que é regulado por fatores hormonais, ambientais e genéticos. O perfilhamento pode ser basal ou axilar. Basal quando se originam de gemas basais (1º nó) logo após o início do desenvolvimento das raízes secundárias ou depois do florescimento. Todas as gemas dos nós são morfologicamente idênticas e possuem potencial para formar perfilho. No entanto, são mantidos em “dormência” através do fenômeno da dominância apical (Dogget 1970; Alam et al., 2009).

A dominância apical é uma característica herdável e pode ser modificada por fatores ambientais como: temperatura, fotoperíodo e umidade do solo. Fatores de manejo da cultura, igualmente, afetam o perfilhamento, como por exemplo a população de plantas. Quanto menor a população de plantas, maior a possibilidade de perfilhamento (Dogget 1970; Stoskopf, 1985; Kim et al., 2010).

O sorgo geralmente produz mais perfilhos em dias curtos e a temperaturas mais baixas. Os perfilhos, naturalmente, são mais sensíveis ao déficit hídrico que a planta mãe (Krieg, 1983). Acredita-se que quanto maior a disponibilidade de fotoassimilados de reserva (carboidratos) na planta maior será o grau de perfilhamento (Lafarge e Hammer 2002b). Dentro deste contexto, quando não há fotoassimilados suficientes para a planta mãe e perfilhos, esses, ainda que iniciados, podem simplesmente não se desenvolver. Qualquer dano no ápice de crescimento na planta pode iniciar o processo de perfilhamento, uma vez que a dominância apical será quebrada. Ex.: dano no ápice por insetos, estresse severo de água ou temperatura. Danos causados por insetos na panícula principal vão originar os perfilhos axilares, os quais se desenvolvem de gemas laterais.

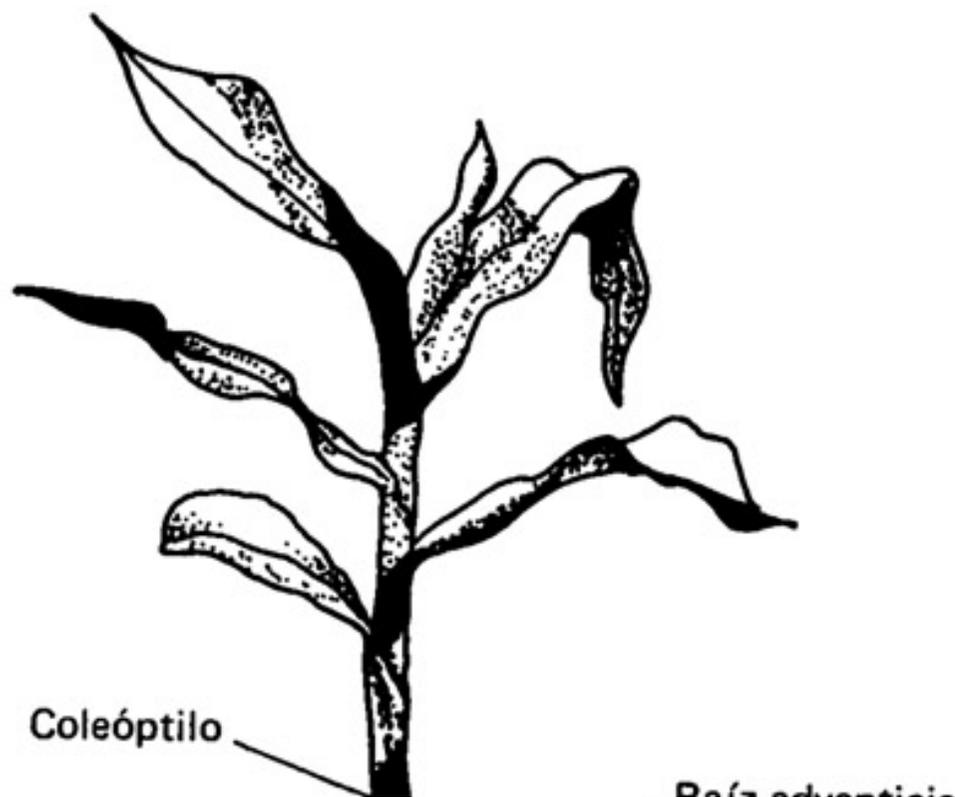
## Sistema radicular

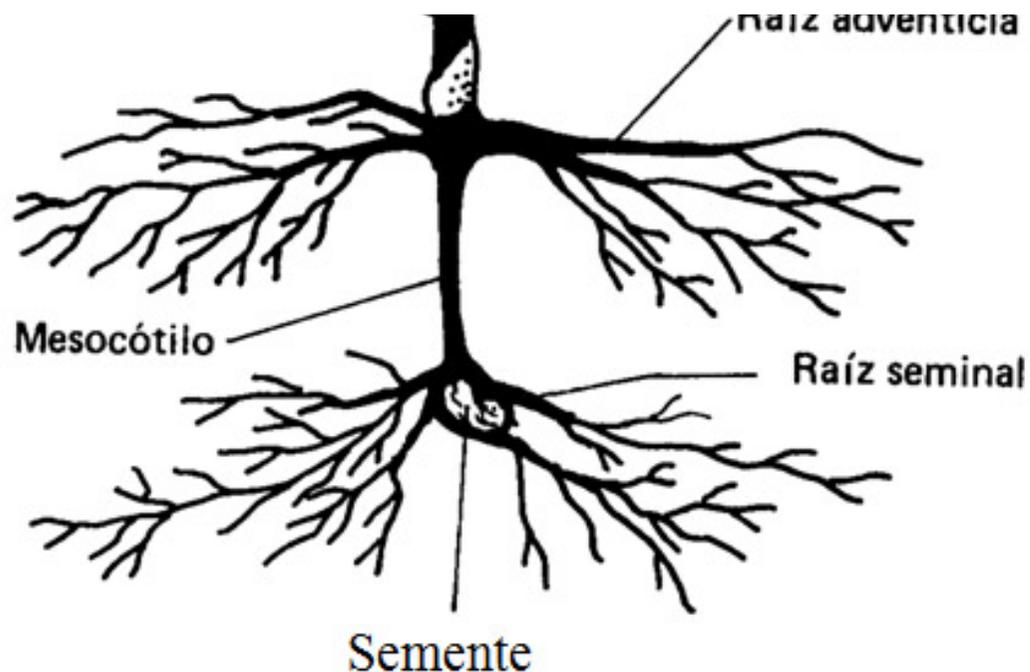
O crescimento das raízes de sorgo está relacionado com a temperatura, e é limitado pela falta de umidade no solo e disponibilidade de fotoassimilados oriundos das folhas (Milthorpe e Moorby 1979; Jordan et al. 1979). Um dos fatores mais importantes que afetam o uso de água e a tolerância à seca é um sistema radicular profundo e denso. Essa característica é bem evidenciada na planta de sorgo (Dogget 1970; Farré e Facci, 2006; Assefa e Staggborg, 2011).

Os tipos de raízes encontrados no sorgo são: primárias ou seminais, secundárias e adventícias. As primárias podem ser uma ou várias; são pouco ramificadas e morrem após o desenvolvimento das raízes secundárias. As secundárias desenvolvem-se no primeiro nó; são bastante ramificadas e formam o sistema radicular principal (Figura 2). Já as adventícias podem aparecer nos nós acima do solo. Geralmente, aparecem como sinal de falta de adaptação. São ineficientes na absorção de água e nutrientes, sua função é mais de suporte. A espessura da raiz também determina sua função. Normalmente, raízes mais grossas são responsáveis pela fixação da planta no solo e as raízes finas (menor que dois milímetros) são responsáveis pela absorção de água e sais minerais (Wilcox et al., 2004).

Se fizermos uma comparação entre raízes primárias de milho e sorgo, será encontrado que ambas as culturas apresentam basicamente a mesma quantidade de massa radicular; porém, as raízes secundárias do sorgo são, no mínimo, o dobro daquelas encontradas no milho. Além do mais, o sistema radicular do sorgo é mais extenso, fibroso e com maior número de pêlos absorventes. Estas últimas estruturas são simplesmente extensões de células da epiderme da raiz que apresentam importante papel na aquisição de água e nutrientes de baixa mobilidade no solo, como o fósforo; na produção de substâncias que transitam associações entre planta e microorganismos e também na fixação das plantas. Seu papel na aquisição de nutrientes é devido ao aumento do volume de solo explorado pelas raízes, com a expansão da zona de absorção de fósforo e com a dispersão de exsudados, como ácidos orgânicos, na rizosfera (Dogget, 1970; Yang et al., 2004; Lynch, 2007; Rocha, 2008).

A profundidade do sistema radicular chega até 1,5 m (sendo 80% até 30 cm de profundidade no solo), em extensão lateral alcança 2,0 m. O crescimento das raízes em geral termina antes do florescimento, nessa fase a planta passa a priorizar as partes reprodutivas (panículas) as quais apresentam grande demanda por fotoassimilados.





**Figura 2.** Partes do sistema radicular de uma plantula de sorgo (Fonte: Adaptado de Paul, 1990).

## Desenvolvimento da parte aérea

A fotossíntese fornece cerca de 90% a 95% da matéria seca ao vegetal, assim como a energia metabólica requerida para o desenvolvimento da planta (Krieg, 1983). Durante o ciclo, a planta de sorgo depende das folhas como os principais órgãos fotossintéticos, e a taxa de crescimento da planta depende tanto da taxa de expansão da área foliar, como da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar. Na medida em que a copa da planta se fecha, outros incrementos no índice de área foliar têm pouco ou nenhum efeito sobre a fotossíntese, a qual passa a depender da radiação solar incidente e da estrutura da copa vegetal. A inflorescência do sorgo, considerada grande para os padrões normais, pode interceptar 25% a 40% da radiação incidente (Eastin, 1983) e fornecer 15% ou mais da fotossíntese total da copa, variando é claro com o genótipo (Fischer & Wilson, 1976).

As taxas de fotossíntese das folhas do sorgo vão de 30 a 100 mg CO<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>/h dependendo do material genético, intensidade de luz fotossinteticamente ativa e da idade das folhas. (Eastin, 1983). Folhas de sorgo contêm um grande número de estomas. Por sinal, tem sido estimado que estas possuem 50% a mais de estomas por unidade de área do que a planta de milho, porém os estomas do sorgo são menores. O número total de folhas numa planta varia de 7 a 30, sendo geralmente de 7 a 14 para genótipos adaptados de sorgo granífero. O comprimento da folha pode chegar a mais de 1 metro, enquanto a largura, de 0,5 a 15 cm. Os fatores que determinam o número de folhas no sorgo são: cultivar, fotoperíodo e temperatura (Clerget et al., 2008). As partes da folha incluem: limbo no qual estão presentes os estomas localizados nas 2 faces; bainha, a qual se liga ao nó e envolve o internódio acima e a lígula, que é a junção da bainha com o internódio (Dogget 1970). A posição da folha na planta pode variar de vertical a horizontal, concentrando-se mais na base ou ainda serem uniformemente distribuídas na planta. As folhas do sorgo possuem depósito de substância cerosa na junção da bainha com o limbo, o que leva a planta a perder menos água na transpiração, sendo importante para a economia de água, sobretudo em condições de estresse hídrico (Eastin 1972; Burow et al., 2009).

Leva-se de 3 a 6 dias entre a diferenciação de uma folha e a próxima no meristema. A expansão foliar pode continuar mesmo durante o desenvolvimento da panícula, o que pode gerar nesse caso competição por fotoassimilados disponíveis. O embrião em um grão maduro já possui 6 a 7 primórdios foliares. Fato interessante é observado na epiderme superior da folha, onde se observa filas de células especializadas chamadas buliformes que permitem a folha enrolar em condições de estresse hídrico, se constituindo, portanto numa defesa da planta (Lino, 2011).

Espera-se a capacidade de manter a expansão foliar e reter área foliar verde (Stay Green) sob estresse hídrico e de nutrientes para aumentar a interceptação de luz e eficiência do uso da radiação, o que resulta no aumento da produtividade. Em sorgo, a retenção de área foliar verde é considerada uma característica constitutiva (Borrel et al., 2000; Lopes et al., 2011).

## Florescimento

O florescimento corresponde ao EC3 que engloba a polinização, fertilização, desenvolvimento e maturação do grão. A diferenciação floral do sorgo é afetada principalmente pelo fotoperíodo e pela temperatura (Craufurd e Qi, 2001; Silva e Rocha, 2006). O período mais crítico para a planta, onde ela não pode sofrer qualquer tipo de estresse biótico ou abiótico vai da diferenciação da panícula à diferenciação das espiguetas (2 a 3 semanas de duração). Em condições normais, a diferenciação da gema floral inicia-se 30 a 40 dias após a germinação (pode variar de 19 a mais de 70 dias). Em climas quentes, o florescimento, em geral, ocorre com 55 a 70 dias após a germinação (pode variar de 30 a mais de 100 dias). Em geral, a formação da gema floral ocorre 15 a 30 cm acima do nível do solo, fato esse que ocorre quando as plantas têm cerca de 50 a 75 cm de altura (Paul 1990).

A diferenciação da gema floral bloqueia a atividade meristemática (divisão celular). Daí para a frente, todo crescimento é devido ao alongamento das células já existentes. Cerca de 6 a 10 dias antes do aparecimento da inflorescência ela pode ser vista como algo semelhante a um "torpedo" dentro da bainha da folha bandeira. As flores na panícula desenvolvem-se sucessivamente do topo para a base (demora de 4 a 5 dias). Estudos de comparação de genótipos de sorgo recentes com antigos identificaram que os híbridos atuais possuem maior comprimento de panícula com um pedúnculo reduzido (Assefa e Staggenborg, 2011).

Como nem todas as plantas num campo de sorgo florescem ao mesmo tempo, a duração do florescimento no campo pode variar de 6 a 15 dias. O número de espiguetas por panícula varia de 1500 a 7000 (Dogget 1970). Existem mais de 5000 grãos de pólen por antera na maioria dos híbridos e variedades, o que equivale dizer que há mais de 20 milhões de grãos de pólen por panícula.

## Fertilização

A fertilização inicia-se no topo da panícula e procede para a base (duração de 4 a 5 dias). Predomina a autofecundação, e a taxa de fecundação cruzada pode variar de 2% a 10%. Há casos em que a fecundação ocorre sem a abertura das espiguetas (cleistogamia). A panícula do sorgo varia muito quanto a forma e tamanho (compacta, aberta, grande, pequena). Seu comprimento vai de 4 a 25 cm e o diâmetro de 2 a 20 cm (Paul 1990). O pólen germina imediatamente se cai num estigma receptivo, e a fertilização tem lugar cerca de 2 horas depois. No entanto, a luz é necessária para a germinação, e o pólen espalhado à noite não germina até o amanhecer. Vale ressaltar também que temperaturas elevadas podem reduzir a longevidade do pólen e sua germinação devido a mudanças em sua estrutura e no conteúdo de carboidratos (Prasad et al., 2011).

O grão de sorgo igualmente varia muito quanto a cor, dureza, forma e tamanho. O peso de 100 sementes varia de menos de 1g a mais de 6g (Dogget 1970).

## Fotoperíodo

O sorgo é sensível ao fotoperiodismo, o qual pode ser definido como a resposta do crescimento à duração dos períodos, de luz e escuro. O comprimento do dia varia de acordo com a estação do ano e com a latitude. O sorgo é uma planta de dias curtos, ou seja, floresce em noites longas (Paul 1990; Bello, 1997).

Em cultivares sensíveis, a gema vegetativa (terminal) permanece vegetativa até que os dias encurtem o bastante para haver a sua diferenciação em gema floral, esse é portanto o que se clama fotoperíodo crítico. O fotoperíodo crítico do sorgo poderia então ser colocado da seguinte maneira: se o comprimento do dia aumenta, a planta não floresce, ao passo que se o comprimento do dia decresce a planta floresce (Paul 1990).

Diferentes materiais genéticos variam quanto ao fotoperíodo crítico. Por exemplo: algumas variedades tropicais têm dificuldade de florescer em regiões temperadas, onde os dias tem mais de 12 horas. Salienta-se que o fotoperíodo crítico para estas variedades tropicais é em torno de 12 horas. Por outro lado, variedades temperadas sensíveis têm um fotoperíodo crítico maior, florescendo com facilidade nos trópicos (Craufurd e Qi, 2001).

O fotoperíodo crítico das variedades temperadas é em torno de 13,5 horas. Portanto, é a duração do período sem luz que é importante para estimular o florescimento (Paul 1990). Os dispositivos que as plantas possuem, os quais são responsáveis pela captação e medição do comprimento dos dias, são pigmentos chamados fitocromos. Em estudos com sorgo, por exemplo, foram identificadas plantas mutantes que não codificavam o fitocromo phyB, levando a uma insensibilidade ao fotoperíodo (Morgan et al. 2002). A grande maioria dos materiais comerciais de sorgo granífero foram melhorados geneticamente para insensibilidade ao fotoperíodo, somente os genótipos de sorgo forrageiro são sensíveis ao fotoperíodo (Silva et al.,2005).

## Acumulação de matéria seca e produção

Loomis & Willians (1963), num estudo de estimativa do nível teórico possível de uma produção, afirmaram que cerca de 90% do peso seco das plantas consiste de produtos da fotossíntese. A quantidade de luz disponível deve, portanto, impor um limite superior de rendimento (Black e Ong, 2000). Cerca de 90% do rendimento dos grãos se deve a fotossíntese da panícula e das 4 folhas superiores.

Os resultados observados na Tabela 1 são de grande interesse para os envolvidos com a cultura do sorgo. Na média de taxa de crescimento diário, o sorgo foi superado somente pelo capim napier. Tem-se na planta de sorgo, uma excelente fábrica de carboidratos. Dois problemas no entanto precisam ser resolvidos:

- a) saber como obter o máximo dessa fábrica;
- b) como canalizar esses resultados para altos rendimentos.

**Tabela 1.** Rendimento máximo de culturas e taxas de crescimento

Cultura	Matéria Seca (t/ha)	Estação de crescimento (dias)	Média crescimento diário (g.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> )
Capim napier	102,62	365	26
Cana-de-açúcar	70,6	365	18

Beterraba	46,9	300	14
Sorgo forrageiro	30,1	120	22
Alfafa	35,8	250	13
Capim sudão	32,8	160	18
Capim bermuda	35,3	230	14
Alga ( <i>Chlorella</i> sp.)	49,74	300	15-22

Fonte: Adaptado de Loomis e William (1963)

O rendimento final de grãos em sorgo geralmente está correlacionado com o número de grãos na panícula. Existe uma compensação entre os componentes de rendimento na planta de sorgo, o que resulta na manutenção do rendimento dentro de certos certos limites. Por exemplo: se existem condições quase ótimas durante EC1 e EC2, mas por alguma razão a população final de plantas é baixa, a planta compensa com um aumento de perfilhamento e tamanho de panículas, o que faz com que haja um aumento no número de grãos por superfície plantada. Numa outra situação, quando ocorre estresse durante EC1 e EC2, esta condição vai limitar a população, o perfilhamento e a diferenciação da panícula, acarretando com isto menor número de sementes. As sementes, no entanto vão compensar estas perdas aumentando o seu peso durante a etapa seguinte de crescimento (EC3). O limite de incremento na semente varia de 15-20%.

## Rebrota

O sorgo é uma planta com alta capacidade de rebrota, devido à capacidade de conservar ativo seu sistema radicular (Rezende et al., 2011). Alguns autores observaram altas taxas de rebrota (cerca de 90%) em híbridos avaliados para corte (Tomich et al., 2004). A intensidade da rebrota é proporcional à sanidade da primeira época de corte, e o rendimento da rebrota depende do número de plantas (perfilhos) existentes na plantação. Os materiais genéticos forrageiros rendem em média 40%-60% do primeiro corte, sendo que, em determinadas situações, a rebrota pode chegar a produzir até mais que o primeiro corte. O uso da rebrota no passado era visando uma segunda produção de grãos, sendo que a variabilidade de rendimentos entre outros fatores já citados dependia muito da cultivar utilizada (Tabela 2). Atualmente, a rebrota tem sido utilizada como massa para plantio direto uma vez o sorgo é mais persistente que o milheto, por exemplo.

**Tabela 2.** Produção de Grãos na primeira colheita (C) e rebrota (R) do Ensaio Nacional de Sorgo Comercial.

Cultivares	Produção de Grãos (t/ha)			
	1 <sup>a</sup> Colheita	Rebrota	%	Total
DK 861	5,23	4,34	83,0	9,57
AG 1017	4,94	4,38	88,7	9,32
BR 303	4,33	3,01	69,5	7,34
BR 304	4,52	2,50	55,3	7,02
BR 007 B	2,00	1,69	84,5	3,69

Fonte: Adaptado de SCHAFFERT et al. (1991)

## Tanino no grão de sorgo

Devido ao fato de o sorgo não apresentar uma proteção para as sementes, como a palha no caso do milho, as glumas no trigo e a cevada, a planta de sorgo produz vários compostos fenólicos os quais servem como uma defesa química contra pássaros, patógenos e outros competidores.

Toda planta de sorgo possui aproximadamente os mesmos níveis de proteína, amido, lipídios etc., porém vários compostos fenólicos pode ocorrer ou não, e entre esses compostos destaca-se o tanino condensado que tem ação antinutricional principalmente para os animais monogástricos. Como esses polifenóis são metabólitos secundários, ou seja, não participam de vias metabólicas responsáveis por crescimento e reprodução, a presença e a natureza deles variam enormemente (Magalhães et al. 1997; Dykes e Rooney, 2006).

A presença do tanino no grão de sorgo depende da constituição genética do material. Caso os genótipos possuam os genes dominantes B<sub>1</sub>, e B<sub>2</sub>, este sorgo é considerado com presença de tanino. No passado, era comum encontrar classificação de sorgo, dos grupos I, II e III representando teores baixos, médios e altos de tanino. Hoje se sabe que o tanino está presente ou ausente no grão. A pesquisa tem mostrado que percentuais abaixo de 0,70% no grão, verificado em algumas análises laboratoriais, são devidos a outros fenóis e não ao tanino condensado, e que, portanto, não são prejudiciais a dieta alimentar dos animais (Magalhães et al. 1997; Rodrigues et al. 1998; Dykes e Rooney, 2006).

O tanino no sorgo tem causado bastante controvérsia, uma vez que, apesar de algumas vantagens agrônômicas, como a resistência a pássaros e doenças do grão, ele causa problemas na digestão dos animais pelo fato de formarem complexos com proteínas e assim diminuir a sua palatabilidade e digestibilidade (Rodrigues et al. 1998a).

A determinação da presença dos taninos no grão de sorgo apresenta vários problemas, uma vez que os métodos colorimétricos geralmente não diferenciam taninos de outros compostos fenólicos. Outra dificuldade é a obtenção de substâncias adequadas para serem utilizadas como padrão para estes métodos (Magalhães et al. 1997).

Os vários compostos fenólicos presentes no grão de sorgo podem afetar a cor, a aparência e a qualidade nutricional. Esses compostos podem ser classificados em três grupos básicos: ácidos fenólicos, flavonóides e taninos. Os ácidos fenólicos são encontrados em todo tipo de sorgo, ao passo que flavonóides podem ser detectados em muitos, porém não em todo sorgo. O fenol conhecido como tanino encontra-se concentrado na testa da semente. A testa é um tecido altamente pigmentado localizado logo abaixo do pericarpo. A presença da testa é fator determinante da presença de tanino em sorgo. Existem duas classes de taninos: hidrolizáveis e condensados. Não há evidências da presença de grandes quantidades de tanino hidrolizável no sorgo. Já o tanino condensado é aquele que é encontrado em materiais de sorgo resistentes a pássaros (Rodrigues et al. 1998; Duodu et al., 2003).

Os ácidos fenólicos não têm efeito adverso na qualidade nutricional; porém, podem causar cor indesejável aos alimentos quando processados sob condições alcalinas. Os flavonóides, a exemplo dos ácidos fenólicos, também não causam problemas na digestibilidade e palatabilidade do sorgo. Constituem-se em um amplo grupo de compostos fenólicos encontrados nas plantas, sendo que alguns deles estão entre os principais pigmentos presentes em vegetais (Rodrigues et al. 1998a).

## **Tolerância e aspectos gerais dos efeitos ambientais sobre o crescimento do sorgo**

Todas as plantas respondem a alguns tipos de estresse basicamente do mesmo modo. Tanto em comunidades naturais como agrícolas, o ambiente é raramente ótimo para o crescimento das plantas, portanto, estresses ambientais limitam a produtividade potencial das culturas vegetais.

A natureza do controle de crescimento de plantas em ambientes subótimos é de interesse; portanto, necessitamos entender os mecanismos que plantas dispõem para sobreviver e reproduzir sob condições subótimas.

A maioria das pesquisas em respostas fisiológicas de plantas a estresses ambientais tem focalizado nas respostas de plantas a estresses específicos, porém sabe-se que em ambientes naturais ou sistemas agrícolas há múltiplos estresses levando a complexas respostas (Mittler, 2006). Existe uma base fisiológica de suporte que regula o crescimento da planta em resposta aos estresses ambientais. Esse suporte é complexo, e envolve mudanças funcionais em balanço hormonal, relações hídricas, balanço de carbono, e uso de nutrientes. Fisiologistas têm observado que plantas individuais respondem à maioria de estresses ambientais pela mudança de seu balanço hormonal, frequentemente produzindo mais ácido abscísico e menos citocinina. Essas mudanças hormonais são, provavelmente, o gatilho que, diretamente, elucidam reduzidos crescimentos em resposta ao estresse ambiental, e baixa disponibilidade de um recurso simplesmente ativa esse sistema de resposta ao estresse (Liu et al., 2005).

A produtividade de uma cultura pode ser limitada por algumas das propriedades físicas do seu ambiente. No entanto, o conceito de limitação ambiental é significativo apenas como referência para um tipo específico de planta, visto que a produtividade de espécies cultivadas ou cultivares pode variar dentro de um mesmo ambiente. Os processos fisiológicos, que restringem produtividade em um ambiente, são frequentemente referidos como limites fisiológicos. Esses limites podem ser sobrepujados pela modificação do ambiente ou das características fisiológicas da cultura, e o desenvolvimento de práticas culturais e cultivares adaptadas para explorar ambientes agrícolas específicos são metas complementares da pesquisa agrícola.

O estudo de processos fisiológicos tem, tradicionalmente, concentrado suas respostas aos fatores ambientais. No entanto, há aumento considerável no interesse do controle genético de processos de plantas e seu potencial para uso em programas de melhoramento. Em bases teóricas, tem sido frequentemente sugerido que uma seleção independente e recombinações controladas de características fisiológicas individuais (características secundárias) poderiam ter um valor adicional para os métodos normais de melhoramento de plantas (Bazinger et al., 2000).

O uso de características secundárias pode aumentar a eficiência de seleção sob condições de estresse desde que essas características tenham um claro valor adaptativo sob estresse, relativamente alta herdabilidade, uma significativa correlação genética com rendimento de grãos, e que sejam fáceis de medir. Poucos estudos têm envolvidos características secundárias e produção de grãos para a fenotipagem em sorgo. Essas características podem ser importantíssimas no screening de genótipos tolerantes no melhoramento do sorgo. (Falconer, 1972; Edmeades et al., 1998; Mutava et al., 2011).

Várias características fisiológicas agem e interagem entre si e o ambiente, para determinar rendimento de grãos em sorgo. Resultados experimentais indicam que relações entre características de planta e produtividade são complexas e que o uso de uma característica secundária única em um programa de melhoramento pode ser ineficiente em melhorar o rendimento de grãos.

Tentativas de utilizar características fisiológicas para melhoramento da produtividade de sorgo têm sido limitadas. Isto não significa que características fisiológicas não sejam responsáveis pelo limite da produtividade, mas indica que as características usadas são difíceis de identificação por causa das interações complexas entre os sistemas metabólicos e o ambiente. Essa falta de conhecimento da base bioquímica de importantes processos fisiológicos deve ser o principal obstáculo para rápido melhoramento da cultura.

Um método para identificar características fisiológicas úteis é selecionar uma característica de importância conhecida, incorporar diversidade para a característica em material adaptado (se não presente), e avaliar o impacto na performance agrônômica de contrastantes estados da característica. Como exemplo, citam-se a incorporação em programas de seleção de dois importantes processos, fotossíntese e metabolismo de N na obtenção de altos rendimentos.

Comparações fisiológicas entre genótipos tradicionais (baixo rendimento) e novos (mais alto rendimento, ou melhor adaptado) são frequentemente usadas para identificar características ou processos que têm mudado com o melhoramento da cultura (Assefa e Staggenborg, 2011). Associado com os mais altos rendimentos de grãos tem-se uma melhor resistência ao acamamento/quebramento, um estendido período de enchimento de grãos, melhoria na fitossanidade da planta, uma tendência de folhas eretas, e aumentos nos índices de colheita e de trilha (ver conceito mais adiante). Assim, mudanças em processos fisiológicos têm ocorrido com melhorias na produtividade de sorgo e proveem suporte para o ponto de vista de que uma seleção baseada em características fisiológicas pode ser efetiva se as características apropriadas forem identificadas.

O sorgo, por tratar-se de uma cultura anual, procura fazer o melhor uso possível dos fatores do meio (como luz, água, temperatura, nutrientes, etc.), em curto período de tempo, no qual as condições são favoráveis ao crescimento, à floração e à frutificação. O princípio operativo dessas plantas consiste em, primeiro, usar a maior proporção possível dos fotossintatos para a formação de folhas. Estas, então, participam na produção e aumentam a absorção da planta.

Sob condições ambientais favoráveis à vida da planta, o investimento de produtos da assimilação garante, seletivamente, tanto o crescimento quanto a frutificação. Sob condições de adversidades ambientais, especialmente quando há carência de água ou quando o solo é pobre em nutrientes, a planta é obrigada a construir um extenso sistema de raízes, com prejuízo do desenvolvimento da área foliar. Isto leva a um rendimento fotossintético menor, assim como a deterioração na capacidade competitiva.

## Água

Assim como no milho tanto o excesso (alagamento) quanto a falta de água (seca ou déficit hídrico) no solo afeta o desenvolvimento do sorgo sendo este último mais estudado (Promkhambut.et al., 2010; Tsuji et al., 2005; Ali et al., 2011).

O sorgo requer menos água para desenvolver quando comparado com outros cereais, sendo que o período mais crítico a falta de água é o florescimento.

Exemplo:

**Sorgo** - Necessita 330 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca.

**Milho** - 370 kg de H<sub>2</sub>O/kg de matéria seca.

**Trigo** - 500 kg de H<sub>2</sub>O/kg de matéria seca.

Fonte: Aldrich et al. 1982

Quando comparado com o milho, o sorgo produz mais sobre estresse hídrico (raiz explora melhor o perfil do solo), murcha menos e é capaz de se recuperar de murchas prolongadas (Farré e Faci, 2006).

A resistência a seca é uma característica complexa, pois envolve simultaneamente aspectos de morfologia, fisiologia e bioquímica. A literatura cita três mecanismos relacionados a seca: resistência, tolerância e escape (Chaves et al., 2003; Barnabás et al., 2008). O sorgo parece apresentar duas características: escape e tolerância. O escape através de um sistema radicular profundo e ramificado o qual é eficiente na extração de água do solo. Já a tolerância está relacionada ao nível bioquímico. A planta diminui o metabolismo, murcha (hiberna) e tem um poder extraordinário de recuperação quando o estresse é interrompido. Um dos fatores que mais complica seleção para tolerância a seca num programa de melhoramento de plantas é a falta de uma

característica clara (marcador) para medir o grau no qual o genótipo é considerado tolerante ou susceptível ao estresse de seca. Medidas fisiológicas tais como: potencial de água na folha e ajustamento osmótico nem sempre correlacionam com diferenças em rendimento sob estresse (Serraj e Sinclair, 2002). Este fato pode levar frequentemente a uma situação no qual materiais mais susceptíveis, porém com potencial produtivo maior superam materiais genéticos considerados resistentes, mas com potencial produtivo mais baixo em condições de estresse hídrico (Blum et al. 1992).

Apesar de não se ter estabelecido concretamente nenhuma correlação genética entre ajustamento osmótico e rendimento de grão de sorgo, estudos relatam que o ajustamento osmótico leva a uma redução do impacto do estresse hídrico no crescimento e rendimento de culturas. Na produção do sorgo, isto pode conferir uma vantagem no rendimento superior a 30% em relação a condições de escassez de água. Há considerável variação de ajustamento osmótico entre linhagens de sorgo. Segundo Ludlow et al. (1990), baseado nas diferenças da habilidade de combinação, há no mínimo três genes individuais segregando para esta característica: um recessivo, um aditivo e um desconhecido.

Uma contribuição crítica de características putativas para ambientes de escassez de água tem sido dada para culturas em geral (Ludlow & Muchow, 1990) e para grão de sorgo em particular (Ludlow e Muchow, 1992). Esses autores sugerem que o ajustamento osmótico foi segundo em importância, perdendo apenas para a "fase fenológica para oferta de água", como uma característica prioritária em ambientes estresse-intermitente e estresse-terminal (Tabela 3). Assim, o ajustamento osmótico contribui diretamente para rendimento de grãos pela melhoria de água transpirada e índice de colheita, e indiretamente por aumentar a tolerância à desidratação (Tabela 4).

**Tabela 3.** Características sugeridas, em ordem de prioridade, para sorgo granífero nos trópicos semi-áridos e subtropicais sob estresses hídricos intermitentes e terminais.

#### Estresse intermitente

1. Associação de fenologia com oferta de água
2. Ajustamento osmótico de colmos e raízes
3. Profundidade de raízes e densidade
4. Vigor precoce
5. Manutenção de área foliar
6. Aumentada reflectância foliar
7. Baixo status hídrico letal
8. Eficiência transpiratória

#### Estresse Terminal

1. Associação de fenologia com oferta de água
2. Ajustamento osmótico de colmos e raízes
3. Profundidade de raízes e densidade
4. Aumentada reflectância
5. Vigor precoce
6. Mobilização de matéria seca na pré-antese
7. Eficiência transpiratória

Fonte: Adaptado de Ludlow & Muchow 1990.

**Tabela 4.** Uma contribuição crítica do ajustamento osmótico em sorgo baseado em suas contribuições para os componentes do rendimento e determinantes da sobrevivência para ambientes sob estresses hídricos intermitente e terminal.

#### Componentes do rendimento:

- + água transpirada
- + eficiência do uso de água
- + índice de colheita

#### Determinantes de sobrevivência:

- + escape à seca

#### Contribuição do ajustamento osmótico

+

0<sup>a</sup>

+<sup>b</sup>

0<sup>ac</sup>

+ evita a desidratação	+ d
+ tolera a desidratação	+
<b>Custo da característica:</b>	Não
<b>Contribuição para rendimento:</b>	
+ Rendimento potencial	0 ac
+ Estabilidade do rendimento	+ b
<b>Variabilidade genética:</b>	Sim
<b>Herdabilidade desconhecida?</b>	Sim

<sup>a</sup> neutra

<sup>b</sup> tão longo quanto disponível água do solo não é exaurida antes da maturidade

<sup>c</sup> sem informações, mas os autores opinaram

<sup>d</sup> positivo se água do solo não é exaurida; negativo se é exaurida

Fonte: Ludlow et al. 1993.

Muchow and Carberry (1993), usando modelos de simulação para um sítio na Austrália, puderam prever que uma melhoria de 20% na extração de água do solo por um genótipo de sorgo - uma demonstração de seu ajustamento osmótico (Santamaria et al. 1990) - poderia melhorar o seu rendimento a níveis superiores a 60%, se cultivado sob condições adversas, bem como melhorar a estabilidade do rendimento. A média de rendimento de genótipos de sorgo (representando três grupos de maturidade: precoce, intermediário e tardio) com alto ajustamento osmótico foi de 33% e 24% mais alto do que genótipos similares com baixos níveis de ajustamento osmótico, quando foram submetidos para estresse hídrico nos estádios de crescimento pré e pós-florescimento, respectivamente (Ludlow et al., 1990; Santamaria et al., 1990). Patil e Ravikumar (2011) e Ravikumar et al. (2003) relatam que o ajustamento osmótico nos grãos de pólen de sorgo também podem ser uma característica importante para adaptação ao estresse hídrico.

Em geral, parece haver no sorgo uma correlação grande entre resistência ao calor e à falta de água (Machado e Paulsen, 2001; Barnabás et al., 2008). Também parece haver correlação entre resistência à seca e a teores de alumínio no solo. O déficit hídrico, quando acontece no estádio EC1, provoca menos danos à planta do que em EC2. No estádio EC2, a escassez de água vai resultar na redução das taxas de crescimento da panícula e das folhas, e no número de sementes por panícula. Esses efeitos são devidos, provavelmente, a uma redução na área foliar, resistência estomática aumentada, fotossíntese diminuída e a uma desorganização do estado hormonal da panícula em diferenciação (Bennett, 1979; Krieg 1983; Ali et al., 2011). Quando a falta de água acontece no EC3, o resultado é a senescência rápida das folhas inferiores, com consequente redução no rendimento de grãos (Stoud et al. 1978 a).

Segundo Dogget (1970), o sorgo, para produzir grãos, requer cerca de 25 mm de chuva após o plantio, 250 mm durante o crescimento e 25 mm a 50 mm durante a maturidade.

Sabe-se que em sorgo, diferentes características podem estar ligados a tolerância a seca em diferentes estádios. Genótipos tolerantes submetidos ao estresse no pré-florescimento tendem a possuir maior taxa fotossintética, maior condutância estomática, maior controle da temperatura foliar, grãos de pólen com maior viabilidade. Já genótipos tolerantes no enchimento de grãos (após o florescimento), evidencia-se maior comprimento de raízes finas, stay-green e maior enchimento de grãos (Tsuji et al., 2005; Habyarimana et al., 2010; Mutava et al., 2011).

Com a falta de água, os estômatos fecham e as trocas gasosas (água e CO<sub>2</sub>) são limitadas (condutância estomática é impedida). O controle da temperatura foliar está diretamente ligado a condutância estomática, pois estômatos abertos permitem uma transpiração maior e, assim, um

resfriamento da folha. Contudo, estômatos abertos significam perda maior de água. Genótipos tolerantes de sorgo podem desenvolver mecanismos de controle estomático que permitem um uso eficiente da água com estômatos semiabertos, permitindo realização da fotossíntese sem grandes perdas de água (Tingting et al., 2010; Lino 2011; Mutava et al., 2011).

Modificações na fluorescência da clorofila também são evidenciados em sorgo sob seca. Ocorre um aumento da dissipação não fotoquímica (produção de calor na forma de irradiação infravermelha) e diminuição da eficiência quântica do fotossistema II (PSII). Como relatado anteriormente, o déficit hídrico impede a entrada de CO<sub>2</sub>, e assim a atividade fotossintética cai. Além do fechamento estomático limitar a fotossíntese em sorgo, a atividade da Pcpase e a regeneração do fosfoenolpiruvato (PEP) também contribuem na limitação (Beyel e Bruggemann, 2005)

Em sorgo, da mesma forma que em milho, o rendimento de grãos parece estar muito mais ligado à força do dreno do que à fonte (fotossíntese na folha). Assim, índices que consideram a partição de fotoassimilados (exemplo *índice de colheita* – relação entre massa do grão e massa total da planta e *índice de trilha*- relação entre a massa do grão e massa total da panícula.) tornam-se mais importantes no estudo de seca (Araus et al., 2008; Long et al., 2006; Lopes et al., 2011; Mutava et al., 2011).

Apesar de existirem poucos trabalhos com relação à tolerância ao alagamento em sorgo, maior desenvolvimento radicular, maior distribuição de fotoassimilados, manutenção da fotossíntese e maior atividade de enzimas glicolíticas e fosfatases foram evidenciadas como características que levam a tolerância (Singla et al., 2003; Sharma et al., 2005; Promkhambut.et al., 2010).

## Luz

Em condições não estressantes, a fotossíntese é afetada pela quantidade de luz fotossinteticamente ativa, proporção desta luz interceptada pela estrutura do dossel e pela distribuição ao longo do dossel. O efeito do sombreamento no sorgo, com a consequente redução da fotossíntese, tem um efeito menor quando acontece em EC1 do que quando em EC2 e EC3. Isto pode ser explicado pela maior atividade metabólica da planta nesses dois estádios. Além da maior atividade, a demanda por fotoassimilados também é maior; portanto, requer da planta uma taxa fotossintética alta para satisfazer os órgãos reprodutivos em crescimento.

Muito embora o sombreamento sempre resulte numa redução de crescimento da cultura, em proporção direta à redução da radiação, o efeito final no rendimento de grãos pode ser pequeno (Evans & Wardlaw 1976).

Com relação à radiação fotossinteticamente ativa, percebe-se uma diferença na interceptação desta pelas folhas da planta de sorgo, pois as folhas maduras (primeiras folhas formadas), geralmente, são sombreadas pelas folhas jovens. Estudos vêm sugerindo que tolerância a alta irradiância leva a modificações morfoanatômicas como o número de estômatos (densidade estomática), espessura do mesófilo e tamanho das células da bainha, nas folhas jovens que são controlados pela quantidade de radiação que chega nas folhas maduras (Jiang et al., 2011).

## Temperatura

Devido a sua origem tropical, o sorgo é um dos cultivos agrícolas mais sensíveis a baixas temperaturas noturnas. A temperatura ótima para crescimento está por volta de 33 °C-34 °C. Acima de 38 °C e abaixo de 16 °C, a produtividade decresce (Clegg et al. 1983). Baixas temperaturas (< 10 °C) causam redução na área foliar, perfilhamento, altura, acumulação de matéria seca, atraso na data de floração e aumento de doenças. Isto é devido a uma

redução da síntese de clorofila, especialmente nas folhas que se formam primeiro na planta jovem com consequente redução da fotossíntese. Alguns genótipos de sorgo tolerantes germinam em baixas temperaturas e estabelecem mudas saudáveis (Clegg et al. 1983; Tiryaki e Andrews, 2001; Bogo et al., 2006; Knoll et al., 2008).

Os efeitos da temperatura durante EC2 se manifestam no número de grãos por panícula, afetando diretamente o rendimento final de grãos. Temperaturas mais altas, geralmente, tendem a antecipar a antese, assim como pode causar aborto floral, inibição da formação dos mic esporos, diminuição da longevidade e germinação do grão de pólen. O desenvolvimento floral e a fertilização dos grãos podem ocorrer até com temperaturas de 40 °C a 43 °C, 15% a 30% de umidade relativa, desde que haja umidade disponível no solo. Um ajustamento osmótico em sorgo também pode ocorrer devido a altas temperaturas. Altas e baixas temperaturas estimulam perfilhamento basal (Clegg et al. 1983; Machado e Paulsen, 2001; Jain et al., 2007; Prasad et al., 2008; Ananda et al., 2011; Prasad et al., 2011).

Quando comparado ao milho, o sorgo é mais tolerante a temperaturas altas e menos tolerante a temperaturas baixas. A temperatura baixa afeta o desenvolvimento da panícula, principalmente por seu efeito sobre a esterilidade das espiguetas. A sensibilidade a temperaturas baixas é maior durante a meiose (Brooking 1976).

## Nutrientes

Uma grande quantidade de nutrientes é removida das culturas. Os dados da Tabela 5 mostram que o sorgo é uma cultura exigente em nutrientes N, P, K. Os nutrientes minerais podem influenciar a qualidade fisiológica das sementes, o metabolismo do carbono na planta, direta ou indiretamente, pela síntese de novos tecidos e crescimento. Sob estresse, este balanço de nutrientes pode ser mudado. Por exemplo, no sorgo sob estresse hídrico ocorre uma diminuição da quantidade de compostos nitrogenados, além da atividade de enzimas do metabolismo do nitrogênio (redutase do nitrato e glutamina sintetase). Os efeitos diretos sobre a fotossíntese e a respiração resultam da incorporação dos minerais em metabólitos, coenzimas e pigmentos; ou, de sua participação direta como ativadores no processo de fotossíntese (Toledo et al., 2007; Oliveira Neto et al., 2009; Han et al., 2011).

A falta e o excesso de minerais também podem levar ao estresse. Vale resaltar aqui o estresse ocorrido em solos ácidos.

**Tabela 5.** Concentração de N, P e K, com base na matéria seca em produtos econômicos e resíduos de culturas anuais, tropicais ou subtropicais.

Cultura	Órgão	N (%) mín-máx	P (%) mín-máx	K (%) mín-máx
Sorgo	Grão	1,00-3,20	0,13-0,65	0,25-0,70
	Palha	0,35-1,20	0,05-0,30	0,80-2,80
Milho	Grão	0,90-2,20	0,16-0,80	0,17-0,60
	Palha	0,40-1,40	0,04-0,40	0,40-2,40
Trigo	Grão	1,00-3,30	0,16-0,60	0,30-0,80
	Palha	0,40-1,05	0,03-0,45	0,70-2,70

Fonte: Adaptado de Nijhof, 1987.

## Tolerância aos solos ácidos

Solos ácidos são predominantes no Brasil. O Cerrado é uma das regiões de grande potencial na produção agrícola, destacando-se como importante área marginal incorporada ao processo produtivo. Os solos do Cerrado apresentam-se com elevado grau de intemperização e baixa capacidade de troca catiônica (CTC), com sítios de troca ocupados principalmente por hidrogênio ( $H^+$ ) e alumínio ( $Al^{3+}$ ), possuindo portanto, alta saturação por alumínio e baixo pH (Reichardt, 1981; Guimarães, 2005). Dessa forma, plantas cultivadas nesses solos estão geralmente sujeitas a estresses múltiplos, principalmente àqueles causados por toxidez de Al, deficiência de P e escassez de água, sendo que mecanismos que regulam a adaptação de plantas a essas condições são bastante complexos (Kochian et al., 2004). Verificou-se, então, a necessidade de um melhoramento genético específico para a tolerância ao alumínio tóxico e maior eficiência na aquisição/utilização de P. Solos com problemas de Al tóxico e deficiência de P, provavelmente, engloba mais de 50% de nosso território. Sendo assim, o ideal é a obtenção de cultivares mais adaptados a essa grande parte do Brasil, especificamente para áreas não ocupadas por lavouras e pastagens (Silva, 1976; Schaffert et al., 2001).

## Tolerância ao alumínio tóxico

A utilização de corretivo de acidez do solo é uma prática bastante utilizada, mas nem sempre é uma solução viável para eliminar os efeitos de Al tóxico. Muitas regiões apresentam subsolo com teores de alumínio tóxico, diminuindo o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular de plantas sensíveis a esse elemento. De uma forma geral, os vegetais diferem grandemente em relação a seu comportamento na presença de alumínio tóxico, e esta variabilidade é encontrada tanto entre plantas de espécies diferentes como entre cultivares da mesma espécie. Portanto, a utilização da prática de calagem e adubações mais racionais, juntamente com o emprego de genótipos mais bem adaptados às condições de solo ácido, é a estratégia de maior potencial para uma utilização viável dos solos de Cerrado, elevando-se, assim, a eficiência de produção (Kochian, 1995; Howeler, 1991; Bona et al., 1991; Silva e Malavolta, 2000; Andrade Junior et al., 2005).

As raízes de plantas com sintomas de toxidez por alumínio, geralmente são curtas, grossas e possuem numerosas raízes laterais não desenvolvidas, aumentando a suscetibilidade à seca e reduzindo o uso dos nutrientes do subsolo. A toxidez por alumínio em sorgo também ocasiona a redução da fotossíntese e o teor de clorofila (Bona et al., 1991; Peixoto et al., 2002; Kochian et al., 2004).

Plantas crescidas em solução nutritiva com presença de Al, claramente apresentam esses sintomas, evidenciando a toxicidade do alumínio. A maioria dos materiais considerados tolerantes na presença deste elemento em solução nutritiva também são tolerantes no campo, demonstrando a possibilidade de discriminação de materiais usando técnicas de laboratório para avaliação da tolerância ao alumínio. Usa-se, frequentemente, "Screening" em solução nutritiva para avaliação de diferentes genótipos, como importante ferramenta no melhoramento de plantas, visando o desenvolvimento de genótipos adaptados a solos ácidos com toxicidade de Al. Além disso, a utilização de solução nutritiva possui as vantagens de ser rápida, possibilitar a avaliação de muitos genótipos em curto espaço e período de tempo, de não ser destrutiva, permitindo o transplante para o campo e o controle das condições ambientais e o isolamento do efeito do Al nas plantas (Furlani, 1987 e 1991; Camargo et al., 2006; Portaluppi et al., 2010). Grandes resultados têm sido encontrados na identificação de genes que conferem tolerância ao alumínio em sorgo. Estes genes estão envolvidos, principalmente, na exsudação de ácidos orgânicos na raiz (Kochian et al., 2004; Gonçalves et al., 2005; Caniato et al., 2007; Caniato et al., 2011).

## Deficiência de fósforo

Fósforo (P) é um nutriente essencial que limita a produção agrícola numa variedade de solos do mundo, principalmente nos trópicos e subtropicais (Ramaekers et al., 2010). A deficiência de P é um dos fatores mais limitantes para a produção agrícola em solos ácidos. Pesquisas mostram que a deficiência em P é a maior restrição ao desenvolvimento das plantas em 96% dos solos ácidos tropicais. A concentração de P inorgânico ou fosfato ( $P_i$ ) livre no solo é tipicamente 60 a 600 vezes mais baixa do que a concentração de outros macronutrientes, como K e Mg (Bielecki, 1973). Em geral, o  $P_i$  é encontrado na solução do solo em concentrações a nível de mM, enquanto a concentração de N está presente na maioria dos solos, em concentrações mM (Rendig & Taylor, 1989).

As duas maiores razões para a ocorrência da deficiência de  $P_i$  em solos ácidos são o baixo teor deste elemento no material de origem e a alta capacidade de fixação do  $P_i$  pelo solo. A disponibilidade de  $P_i$  é geralmente baixa nos Oxissolos, Utilssolos e alguns Alfissolos caracterizados por minerais de argila altamente intemperizados, como os óxihidróxidos de Fe e Al (Dechen e Nachtigall, 2007; Novais e Melo, 2007).

Uma outra característica importante que afeta a disponibilidade de  $P_i$  nos solos é a sua reduzida ou inexistente mobilidade na solução do solo, movimentando-se principalmente por difusão (Barber, 1995). A absorção de  $P_i$  pelas raízes das plantas é geralmente atribuída aos transportadores de  $P_i$  (ATPases) de alta afinidade (Marschner, 1995; Raghothama e Karthikeyan, 2005; Jain et al., 2007).

Grande parte do  $P_i$  adicionado é rapidamente fixado pelo solo, o que requer o uso contínuo de altas quantidades de fertilizantes fosfatados. Sabendo-se que a utilização de fertilizantes para corrigir a concentração de fósforo no solo é cara, o desenvolvimento de cultivares tolerantes pode representar efetiva solução para o problema (Li et al., 2010).

Vários trabalhos relatam as estratégias de plantas para a tolerância a baixos níveis de fósforo (Vance et al., 2003; Richardson et al., 2009; Ramaekers et al., 2010) e um importante mecanismo na absorção de fósforo pelas plantas tem sido a presença de ácidos orgânicos como o citrato, malato, entre outros, em exudatos radiculares de plantas cultivadas em condições de estresse de  $P_i$ . (Rocha, 2008). A presença de ácidos orgânicos nos exudatos.

Outra estratégia importante que pode ser muito útil para esta tolerância é a plasticidade radicular. A morfologia radicular acaba tendo muita importância na aquisição eficiente de fósforo nas plantas, pois existe uma relativa imobilidade de P que faz sua aquisição ser dependente da maior exploração do solo pelas raízes (maior comprimento e área superficial radicular). (Li et al., 2007; Rocha et al., 2010).

**Autores deste tópico:** Paulo Cesar Magalhaes, Thiago Corrêa de Souza, ROBERT EUGENE SCHAFFERT

## Solos

O cultivo do sorgo, assim como qualquer outra cultura inserida num sistema de rotação e/ou sucessão, necessita de condições mínimas de solo para que a cultura se estabeleça e se desenvolva normalmente. Especialmente no caso da safrinha é importante manejar adequadamente o solo para proporcionar o rápido estabelecimento da segunda safra, uma vez que essa se desenvolverá em condições menos favoráveis, especialmente quanto à umidade disponível no solo. Com este enfoque, o sistema de plantio direto (SPD) apresenta vantagens comparativas aos métodos tradicionais de preparo do solo,

que envolvem aração e gradagens, devido ao ganho de tempo que se consegue na implantação da cultura em sucessão, com menor consumo de energia, e a maior infiltração da água associado a menor perda por evaporação que resulta em maior conservação de umidade.

## Manejo do solo para o cultivo do sorgo

A área cultivada com sorgo deu um salto extraordinário a partir do início dos anos 90. O Centro-Oeste é a principal região de cultivo de sorgo granífero, enquanto o Rio Grande do Sul e Minas Gerais lideram a área de sorgos forrageiros. O sorgo granífero é cultivado basicamente sob 3 sistemas de produção no Brasil: no Rio Grande do Sul, planta-se sorgo na primavera e colhe-se no outono. No Brasil Central, a semeadura é feita em sucessão às culturas de verão, principalmente a soja. E no Nordeste a cultura é plantada na estação das chuvas ou de "inverno".

Este tópico trata basicamente do sorgo plantado após a soja precoce, (ou sorgo safrinha); portanto, o manejo do solo deve ser considerado levando em conta essa sucessão de culturas e não somente o sorgo. O sorgo "safrinha" é definido como sorgo de sequeiro cultivado extemporaneamente, de fevereiro a abril, quase sempre depois da soja precoce, na região Centro-Sul brasileira, envolvendo basicamente os estados de SP, GO, MT, MS, DF, MG e BA. A implantação do sorgo safrinha no final do período chuvoso deixa o agricultor na expectativa de ocorrência de déficit hídrico a partir desse período.

Assim, toda estratégia de manejo do solo deve levar em consideração propiciar maior quantidade de água disponível para as plantas. Nesse caso, sempre que possível, deve-se optar pelo sistema de plantio direto, pois oferece maior rapidez nas operações, principalmente no plantio realizado simultaneamente à colheita, permitindo o plantio o mais cedo possível. Além disso, um sistema de plantio direto, com adequada cobertura da superfície do solo, permitirá o aumento da infiltração da água no solo e a redução da evaporação. Em algumas áreas de plantio direto, já se constatou aumento do teor de matéria orgânica do solo, afetando a curva de retenção de umidade e aumentando ainda mais o teor de umidade para as plantas.

Embora exista uma grande diversidade de preparo de áreas para o cultivo do sorgo na segunda safra, predomina o emprego do plantio direto permanente (PDP) ou temporário (PDT), visando antecipar a implantação do sorgo "safrinha". No preparo direto temporário realiza-se a semeadura direta do sorgo "safrinha" e o preparo convencional para a soja. Nesse caso, no verão, tem sido freqüente o preparo com grades. Em áreas com grande infestação de plantas daninhas, no momento da colheita da soja, e quando o agricultor não dispõe de máquina para semeadura direta, utiliza-se o preparo com grades no outono-inverno. Uma desvantagem da grade aradora é que provoca grande pulverização do solo. Além disso, o uso da grade continuamente no verão e na safrinha por anos sucessivos pode provocar a formação do "pé-de-grade", uma camada compactada logo abaixo da profundidade de corte da grade, a 10-15 cm. Essa camada reduz a infiltração de água no solo, o que, por sua vez, irá favorecer maior escoamento superficial e, conseqüentemente a erosão do solo e a redução da produtividade do sorgo safrinha.

Em preparo convencional, o revolvimento da camada superficial do solo tem por objetivo básico otimizar as condições de germinação, emergência e o estabelecimento das plântulas, entretanto também deve ser visto como um sistema que deverá aumentar a infiltração de água, de modo a reduzir a enxurrada e a erosão a um mínimo tolerável. Deve ser levado em consideração que em áreas onde as explorações agrícolas são mais intensivas, a exemplo do plantio da safrinha de sorgo após a colheita da soja, em que o solo é mais intensamente trabalhado, a probabilidade de acelerar sua degradação devido à aração e gradagem, aumentando os problemas de compactação, erosão e redução de sua produtividade, é bem maior. Além disto, é muito importante a redução do tempo entre a colheita da cultura de verão e o plantio do sorgo na sucessão, o que poderá afetar a decisão sobre qual sistema de preparo do solo deverá ser empregado. Não é demais lembrar que as gradagens destorroadoras e de nivelamento diminuem a rugosidade e pulverizam o solo, favorecendo a erosão, portanto, deve haver critérios na sua utilização evitando excessos. O caso do sorgo é típico em que, com frequência, a recomendação técnica explícita a necessidade de destorroar bem o solo para o plantio, devido ao menor tamanho da semente. Nestes casos, de utilização excessiva de gradagens, provoca uma pulverização do solo na camada superficial, aumentando os riscos de ocorrência de compactação (pé-de-arado ou pé-de-grade) e de erosão.

Com o propósito de minimizar o impacto negativo do preparo do solo deve-se sempre ter em mente que as operações devem contemplar, de uma maneira harmoniosa, não somente o solo mas, também, as suas interações com a água, com vistas ao planejamento integrado visando a sustentabilidade da atividade. Neste sentido a área agrícola deve ser cuidadosamente planejada.

Em função das condições locais de clima e solo elabora-se o planejamento conservacionista da glebas que deverá ser dotado de sistema de terraceamento, em nível ou com gradiente e canais escoadouros. Conforme o tipo de solo e a declividade os terraços poderão ser de base larga (declividade menor que 12%) ou base estreita (declividade até 18%). Acima desta declividade os riscos de degradação do solo aumentam, não sendo recomendado o seu uso com culturas anuais. Uma das maneiras de reduzir a compactação é alternar a profundidade de preparo do solo.

É importante também atentar para as condições de umidade do terreno por ocasião de seu preparo. O ponto de umidade ideal é aquele em que o trator opera com o mínimo esforço, produzindo os melhores resultados na execução do serviço. Com o solo muito úmido aumentam os problemas de compactação. Há maior adesão da terra nos implementos, chegando a impedir a operação. Em solo muito seco é preciso um número maior de passadas de grade para quebrar os torrões exigindo maior consumo de combustível. Com isso, o custo de produção fica maior e o solo pulverizado.

A eficiência do SPD tem sido atribuída ao estabelecimento de uma camada de cobertura do solo com resíduos vegetais, que seja persistente ao longo do tempo e que cubra a maior parte da superfície do solo. A cobertura morta atua na proteção contra o impacto das gotas de chuva e da ação de ventos, reduzindo a erosão, protegendo o solo contra o efeito de raios solares, reduzindo a evaporação, a temperatura do solo e a amplitude térmica e hídrica, incorporando matéria orgânica ao solo, necessária a uma atividade microbiana intensa e permitindo maior reciclagem de nutrientes. Neste aspecto a relação C:N da espécie utilizada para cobertura do solo é de grande importância, pois reflete a velocidade com que a decomposição do material pode se processar. Neste particular a cultura do sorgo ocupa posição de destaque pois a sua palhada possui uma relação C:N elevada o que concorre para a sua persistência na superfície do solo. Soma-se a isto, ainda, a possibilidade de adoção de menores espaçamentos para o sorgo o que é decisivo na taxa de cobertura do solo com plantas em crescimento conferindo-lhe maior proteção contra a erosão e, também, com um sistema radicular mais bem distribuído possibilitando explorar intensamente maior volume de solo, reciclando mais nutrientes e, depois, formando uma rede de canalículos por toda a extensão da camada superficial do solo.

São reconhecidas duas fases distintas no processo de adoção do SPD com relação a formação de palhada sobre o solo. A primeira delas, de estabelecimento, que dura até que se consiga uma quantidade adequada de palha sobre a superfície do solo. A duração desta fase é variável conforme a região e normalmente é conseguida depois de alguns anos de adoção do sistema. Espécies como o sorgo devem ser incluídas nesta fase devido à palhada mais persistente. A outra fase é a de manutenção do sistema após ter-se estabelecido a cobertura do solo com palha.

O sistema somente se estabilizará quando estiver instalado um esquema de rotação de culturas. A combinação de espécies com diferentes exigências nutricionais, produção de fitomassa e sistema radicular torna o sistema mais eficiente, além de facilitar o controle integrado de pragas, doenças e plantas daninhas. O sorgo é uma cultura que apresenta algumas vantagens comparativas especialmente em regiões onde a distribuição das chuvas é errática. Ele apresenta um sistema radicular profundo que além da reciclagem de nutrientes confere maior tolerância ao déficit hídrico possibilitando ainda, quando da sua ocorrência, uma rápida recuperação do crescimento. Adicionalmente ele apresenta rebrota que, dentre outros usos, poderá contribuir no aporte de material vegetal para a formação de palhada.

Por se tratar de um sistema complexo, o plantio direto exige o envolvimento de várias culturas e, muitas vezes, uma associação de agricultura e pecuária onde, mais uma vez, o sorgo aparece como ótima opção devido aos seus usos múltiplos na pecuária. Recentemente a Embrapa lançou uma tecnologia, o Sistema Santa Fé, onde o sorgo, juntamente com o milho, são as melhores opções para cultivo associado às braquiárias em plantio direto com vistas à produção de grãos, forragem conservada (silagem ou feno), pasto para a entressafra e palhada para o plantio direto.

A habilidade das plantas em explorar o solo, em busca de fatores de crescimento, depende grandemente da distribuição de raízes no perfil do solo, que por sua vez, são dependentes das condições físicas e químicas, as quais, são passíveis de alterações em função do manejo aplicado. Uma destas alterações de maior impacto é a compactação. Ela aparece geralmente abaixo da camada revolvida pela ação dos implementos de preparo do solo, especialmente arado de discos e grades, ou na superfície devido ao tráfego.

Em situações onde a compactação ainda não é muito intensa é possível contornar o problema modificando o sistema de manejo de solo e de rotação de culturas incluindo plantas de sistema radicular mais vigoroso, capaz de penetrar em solos que ofereçam maior resistência à penetração. Neste aspecto o sorgo apresenta grande potencial como cultura recuperadora de solo pois possui um sistema radicular abundante com capacidade de crescer em profundidade, especialmente devido às raízes de menor diâmetro. Como a taxa de crescimento de raízes se dá primeiramente devido à resistência oferecida pelo solo à penetração do que pela pressão que elas possam exercer, as raízes de menor calibre como as do sorgo certamente encontram menor resistência ao aprofundamento no solo em relação àquelas de maior diâmetro, por exemplo, as da soja. Isto é de importância fundamental pois os canalículos deixados após a sua decomposição passam a funcionar como verdadeiras galerias para a penetração de raízes mais grossas, o que de certa forma facilita a diversificação de espécies, aumentando as possibilidades para a rotação de culturas.

Caso a compactação seja mais intensa o rompimento da camada deve ser feito com implemento que alcance a profundidade imediatamente abaixo da zona compactada. É importante salientar que os equipamentos de discos são ineficientes nessa operação.

Entretanto, para que os maiores benefícios advindos do manejo do solo sejam alcançados é necessário que haja um planejamento prévio. Os equipamentos e as máquinas disponíveis também tem de ser levados em consideração para a tomada de decisão de como fazer o preparo do solo, os tratamentos culturais, a colheita e de como manejar os resíduos da cultura visando a próxima safra. A recomendação é a de que aração e gradagens sejam eliminadas como métodos de manejo do solo devido ao impacto negativo sobre o solo e ao meio ambiente. É extremamente desejável planejar as atividades com vistas à introdução de sistema SPD e de integração lavoura-pecuária que possibilitam o uso intensivo e sustentável do recurso solo. Somente com a tomada de consciência de que todas estas etapas são igualmente importantes e que o produto final, a produtividade, vai refletir aquela etapa que for executada com pior qualidade é que se conseguirá eficiência no manejo do solo.

Em outras palavras, em nada adiantará alta eficiência nas atividades se, em apenas uma delas, houver descuido. Esta falha vai nivelar por baixo a produtividade, com graves prejuízos ao produtor. Disto se conclui que o manejo do solo deve contemplar, de maneira harmoniosa, atividades relacionadas ao solo, às plantas e aos seus resíduos visando maximização da produtividade sem perder de vista os seus efeitos no manejo e na conservação do solo e da água.

## Equipamentos para o manejo do solo

A escolha e utilização dos equipamentos agrícolas, nos diferentes sistemas de manejo do solo, são dependentes do tratamento que se quer dar ao solo para exploração agrícola. Além disso, os requerimentos de energia nos sistemas de manejo do solo poderão definir a viabilidade econômica dos referidos sistemas.

Para que um equipamento seja utilizado racionalmente e eficientemente, é necessário conhecer o sistema de manejo de solo que ele vai atender, as características desejáveis que o solo deverá apresentar, a energia consumida e, também a sua capacidade efetiva de trabalho, (ha/h).

Dos diferentes sistemas de manejo de solo e suas características, utilizados, em diferentes regiões produtoras do mundo, podemos destacar a seguir:

1. **Sistema Convencional:** combinação de uma aração (arado de disco) e duas gradagens, feitas com a finalidade de criar condições favoráveis para o estabelecimento da cultura.
2. **Sistema Cultivo Mínimo:** refere-se à quantidade de preparo do solo, para criar nele condições necessárias a uma boa emergência e estabelecimento de planta.
3. **Sistema Conservacionista:** qualquer sistema de preparo do solo que reduza a perda de solo ou água, comparado com os sistemas de preparo que o deixam limpo e nivelado.

**3.1. Plantio Direto:** método de plantio que não envolve preparo de solo, a não ser na faixa e profundidade onde a semente será plantada. O uso de picador de palha na colhedora automotriz é importante para uma melhor distribuição da palhada na superfície do solo e as plantas daninhas são controladas por processos químicos.

**3.2. Escarificador:** tem a finalidade de quebrar a estrutura do solo a uma profundidade de 20-25 cm, através do arado escarificador, sem inversão da leiva, deixando o solo com bastante rugosidade e com uma apreciável quantidade de cobertura morta. Com isto, apresenta uma excelente capacidade de infiltração de água no solo.

**3.3. Camalhão:** pode-se fazer camalhões anuais e permanentes, sendo, em ambos os casos, usados para plantio de culturas em linha. Os melhores resultados deste sistema são em solos nivelados, mal drenados. Os camalhões podem ser construídos com arado de aiveca, sulcadores ou implementos próprios. O plantio é feito após reduzido preparo de solo. A conservação do solo apresentada neste sistema vai depender da quantidade de resíduo e direção das linhas de plantio. Plantio em curva de nível, juntamente com o acúmulo de resíduo na superfície reduz as perdas de solo.

## Equipamentos agrícolas utilizados para o manejo da palhada

Nos sistemas de produção onde o agricultor explora uma cultura anualmente, o picador de palha tem a finalidade de aumentar a rapidez de decomposição dos restos de cultura, melhorar a habilidade de o arado incorporá-lo e evitar embuchamento nas operações de plantio.

Nos sistemas de produção de duas culturas anuais, (inverno e verão) o volume de restos de cultura é maior e o tempo disponível para decomposição dos mesmos é menor; conseqüentemente, há necessidade de uma boa distribuição deste material no solo para maior facilidade das operações subsequentes. O material deve ser bem picado, para evitar embuchamento junto aos sulcadores das semeadoras. Caso seja adotado o sistema convencional de preparo do solo, os motivos para se usar o picador de palha são os mesmos descritos anteriormente. Se o sistema adotado for de plantio direto o uso do picador de palha trará como conseqüências à uniformização da palhada em toda a área, diminuindo a evaporação da água da superfície, e a melhoria da eficiência dos herbicidas.

Nos sistemas de exploração de culturas mecanizadas, esta etapa de picar palha, realiza-se durante a colheita, tendo-se vista que as colhedoras são geralmente providas de um picador de palha, posteriormente sendo esta palha distribuída na superfície do solo, Mesmo assim, para cultura do milho, haverá necessidade de uma operação complementar para picar melhor a palha, pois, somente uns 30% da palhada passa por dentro da colhedora. Para tanto, pode-se utilizar uma roçadeira ou de um picador de palha. Para outras culturas, tais como soja, trigo e arroz a necessidade da operação complementar vai depender da altura do corte da colhedora. Caso a colheita seja feita com a barra de corte bem próxima ao solo e com colhedora equipada com picador de palha, esta operação será dispensada.

Para o caso de não utilização de colhedoras com picadores e se há necessidade de manejar outras culturas de cobertura, pode-se usar triturador, roçadora ou um rolo-faca. Tanto o triturador quanto a roçadora promovem uma fragmentação excessiva, recomendada apenas quando há grande quantidade de massa vegetal e quando se utiliza semeadoras com espaçamento entre linhas reduzido (menor que 50 cm). O rolo faca realiza o acamamento e o corte total ou parcial do material, dependendo de suas características construtivas. Como a palha não é muito picada, a decomposição dos resíduos é mais lenta, no entanto, sua eficiência depende do tipo de cobertura vegetal, do desenvolvimento da planta na época do manejo, da umidade do solo e da regularidade da sua superfície.

## Equipamento para preparo do solo

O nosso sistema convencional de preparo de solo consiste de uma aração com arado de disco e duas gradagens com grade (destorroadora e niveladora).

Para as culturas anuais, as grades pesadas vinham sendo bastante utilizadas, por promoverem maior rendimento por hectare, devido às altas velocidades de trabalho e pela habilidade de trabalhar nos solos, recém desmatados, onde o sistema radicular da vegetação traz sérios problemas para os arados.

Tem sido verificado que a medida que se aumenta a área da propriedade, há uma preferência pela grade aradora em detrimento do arado de disco, conforme é mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Distribuição percentual do uso do Arado de Disco e da Grade Pesada por extrato de áreas no município de Ituiutaba, MG.

Área (ha)	Arado de Disco	Grade Aradora
0-50	84	16
51-100	100	0
101-200	75	25
201-500	25	75
501-1000	0	100

Fonte: Gois (1993).

Esta tendência é confirmada por Melo Filho & Richetti (1998) que, em levantamento realizado no MS, verificaram que a grade pesada é usada por 57,32% dos produtores entrevistados enquanto que o arado de discos, é utilizado por apenas 5,10% dos produtores. A maior preferência pela grade aradora ou grade pesada pode ser atribuído a seu maior rendimento de trabalho e menor consumo de combustível (Tabela 2).

**Tabela 2.** Consumo de combustível e rendimento de diferentes implementos de preparo do solo.

Equipamento	Consumo de combustível		Rendimento
	l/há	Relativo(%)	ha/hora
Arado de discos	25,7	(100)	0,40

Grade pesada	13,9	(54)	0,90
Escarificador A	17,1	(67)	0,83
Escarificador B	20,2	(79)	0,78
Escarificador C	17,4	(68)	0,87
Escarificador D	20,6	(80)	0,70

Fonte: Hoogmoed e Derpsch, 1985 citados por Derpsch, et al., 1991.

Uma desvantagem da grade aradora é que provoca grande pulverização do solo. Além disso, o uso da grade continuamente, no verão e na safrinha, por anos sucessivos, pode provocar a formação do "pé-de-grade", uma camada compactada logo abaixo da profundidade de corte da grade, a 10-15 cm. Essa camada reduz a infiltração de água no solo, o que, por sua vez, irá favorecer maior escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão do solo e a redução da produtividade do milho safrinha (DeMaria & Duarte, 1997; DeMaria et al., 1999) e do milho na safra normal (Cruz, 1999).

A incorporação de corretivos e, esporadicamente, de fertilizantes a menores profundidades, com a grade aradora, associada à existência de uma camada compactada logo abaixo, vai estimular o sistema radicular das culturas a permanecer na parte superficial do solo. A planta passa a explorar, portanto, menor volume de solo e fica mais vulnerável a veranicos que porventura ocorram durante o ciclo da cultura, podendo causar prejuízos ao agricultor (Castro, 1989, DeMaria et al., 1999).

Devido a dificuldades técnicas encontradas no uso dos arados de aiveca, fabricados no País, para tração mecânica, os mesmos vinham sendo mais utilizados para tração animal. Entretanto, nos últimos anos, alguns fabricantes começaram a se interessar por este tipo de arado, e com isso alguns modelos tem sido disponibilizado no mercado, no sentido de melhorar a resistência dos materiais utilizados neste arado, mecanismos de segurança contra quebra dos mesmos e também, a largura de trabalho, para colocá-lo apto à tração mecânica nestas regiões.

Na década de 90, o arado escarificador, disponibilizado para agricultura brasileira compõe mais um sistema conservacionista, de manejo do solo.

Basicamente, estes três tipos de arados têm as seguintes características:

- **Arado de disco:** é recomendado para solos duros, com raízes e pedras, solos pegajosos abrasivos e solo turfosos.
- **Arado de aiveca:** promove incorporação de resíduo e boa pulverização do solo, sob condições ideais. Apresenta diferentes tipos de aiveca de acordo com o tipo de solo.
- **Arado escarificador:** aumenta a rugosidade do solo, deixando uma apreciável quantidade de cobertura morta e também quebra a estrutura do solo a uma profundidade de 20 cm a 25 cm. Com estas três características, este sistema aumenta a capacidade de infiltração de água no solo, diminui a evaporação e quebra a camada compactada, abaixo da área de preparo de solo, denominada "pé de arado".

As enxadas rotativas, como uma outra alternativa de manejo do solo, apresentam uma característica de preparo bastante conhecida: pulverização do solo. Apresenta possibilidade de regulagens, tanto na rotação das enxadas como também no tamanho de torrão que se quer obter. Tem seu uso bastante aconselhado para os trabalhos em horticultura, devido às exigências do plantio, onde as sementes utilizadas são de tamanho muito reduzido. Geralmente, é desaconselhado seu uso em solos localizados em regiões declivosas, pois a quebra da estrutura do agregado poderá favorecer os processos de erosão.

## Requerimento de energia

Os requerimentos de energia das operações de manejo de solo são dependentes do tipo de solo e do tratamento que o solo sofreu anteriormente. Valores de consumo de energia das diferentes operações com implementos foram obtidos na Tabela 3 para os solos de alta, média e baixa resistência à tração. Os esforços de tração para os três tipos de solos foram convertidos para energia na barra de tração (Kwh/ha). A energia na tomada de potência, TDP (Kwh/ha), foi calculada, usando-se uma eficiência tratora entre 50% e 70%, dependendo do tipo e condições do solo. O consumo de combustível foi calculado, usando-se uma estimativa de consumo de 2,46 TDP Kwh/l de diesel.

**Tabela 3 .** Requerimento de energia e consumo de combustível para as diferentes operações de preparo de solo e plantio. produtora.

	Classificação de resistência do solo à tração					
	Baixa		Média		Alta	
	TDP (Kwh/ha)	1/ha	TDP (Kwh/ha)	1/ha	TDP (Kwh/ha)	1/ha
1. Picador de Palha	18,5	7,5	18,5	7,5	18,5	7,5
2. Arado (disco ou aiveca)	33,2	13,1	53,5	21,5	73,8	30,0
3. Arado escarificador	22,2	8,9	35,1	14,0	48,0	20,0
4. Grade (em palha)	9,2	3,7	9,2	3,7	9,2	3,7
5. Grade (gradagem convencional)	11,1	4,7	12,9	5,1	14,8	6,1
6. Máquina para camalhão	33,2	13,1	40,6	16,4	48,0	19,7
7. Cultivador	11,4	4,7	23,1	9,4	35,1	14
8. Plantadora (plantio convencional)	9,2	3,7	11,4	4,7	13,8	5,6
9. Plantadora (plantio direto)	9,6	4,2	12	4,7	15,7	6,6
10. Enxada rotativa	3,7	1,4	5,5	2,3	7,4	2,8
11. Cultivador (plantio convencional)	4,6	1,9	5,9	2,5	7,9	3,3
12. Cultivador (plantio direto)	6,1	2,3	7,9	3,3	10,5	4,2

Consumo de combustível do trator: 2,46 Kwh/ha.

Fonte: Richey et al., 1977.

Para efeito comparativo de consumo de energia nos diferentes sistemas de manejo de solo, Gunkel et al. (1976) mostram que a equivalência em diesel dos herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas é de 66 Kwh/kg de ingredientes ativo (i.a.) no seu meio de dispersão. Wittmus e Lane (1973), estudando o conteúdo de energia no óleo diesel, mostraram que esta relação é de 11,35 Kwh/l, sendo que 5,82 de óleo diesel equivalem a 1 kg do ingrediente ativo do herbicida.

A adoção de qualquer sistema de manejo do solo pelo agricultor é dependente do consumo de energia do sistema e do conhecimento das características dos implementos agrícolas utilizados. A Tabela 4 mostra uma comparação de consumo de combustível entre os sistemas Convencional e Plantio Direto, para um solo de resistência média.

**Tabela 4.** Consumo de combustível (l/ha) para as diferentes operações de campo nos sistemas Convencional e de Plantio Direto, em solos de resistência média à tração.

Sistemas de Manejo e operações de campo	Diesel requerido (l/ha)
<b>Plantio Convencional (1)</b>	
Picagem de palha	7.5
Aração	21.5
1ª gradagem	5.1
Aplicação de herbicida (ALACHLOR = 2,4 kg/ha + ATRAZINE = 1,5 kg/ha)	22.69
2ª gradagem	5.1
3ª gradagem	5.1
Plantio	4.7
<b>Total</b>	<b>71.69</b>
<b>Plantio Convencional (2)</b>	
Picagem de palha	7.5
Aração	21.5
1ª gradagem	5.1
2ª gradagem	5.1
Plantio	4.7
1º cultivo	9.4
2º cultivo	9.4
<b>Total</b>	<b>62.7</b>
<b>Plantio Direto</b>	
1ª pulverização (0,4 kg/ha) PARAQUAT	2.528
2ª pulverização (2,4 kg/ha) ALACHLOR (1,5 kg/ha) ATRAZINE	13.986
Plantio	4.7
<b>Total</b>	<b>29.73</b>

Fonte: Richey et al, 1977.

Iniciado nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, em 1970, e com o processo de adoção pelos agricultores a partir de 1976, o Plantio Direto está hoje sendo adotado e adaptado a quase todas as regiões do Brasil. Segundo levantamento da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (Febrapdp), na safra 90/91, apenas 1 milhão de hectares eram cultivados com o sistema. Dois anos depois, em 92/93, a área dobrou e, em 1994, atingia três milhões de hectares, alcançando hoje cerca de 12 milhões de hectares, incluindo tanto grandes como médios e pequenos produtores; dentre estes, os que utilizam tração animal, e expandindo-se em todo o território nacional (Técnicos, 2000). Os estados do Rio Grande do Sul e do Paraná e a região dos Cerrados são os locais de maior expansão dessa técnica, que hoje é aplicada não só nas culturas de soja e milho, mas também de feijão, sorgo, arroz, trigo, cana-de-açúcar e pastagens, além das aplicações de pré-plantio para florestas, citrus e café (Frutos da terra, 2000).

**Autores deste tópico:** Evandro Chartuni Mantovani, Joao Herbert Moreira Viana, Jose Carlos Cruz, Miguel Marques Gontijo Neto, Ramon Costa Alvarenga

# Nutrição e adubação

## Introdução

A fertilidade dos solos, a nutrição e adubação são componentes essenciais para a construção de um sistema de produção eficiente. A disponibilidade de nutrientes deve estar sincronizada com o requerimento da cultura, em quantidade, forma e tempo. Um programa racional de adubação envolve as seguintes considerações: a) diagnose da fertilidade do solo; b) requerimento nutricional do sorgo de acordo com a finalidade de exploração, grãos ou forragem; c) os padrões de absorção e acumulação dos nutrientes, principalmente N e K; d) fontes dos nutrientes; e) manejo da adubação.

É importante ressaltar que nos últimos anos, a agricultura brasileira, de um modo geral, vem passando por importantes mudanças tecnológicas resultando em aumentos significativos da produtividade e produção. Dentre essas tecnologias destaca-se a conscientização dos agricultores da necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando uma produção sustentada. Essa melhoria na qualidade dos solos está, geralmente, relacionada ao manejo adequado, o qual inclui entre outras práticas, a rotação de culturas, o plantio direto e o manejo da fertilidade através da calagem, gessagem e adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos (esterco, compostos, adubação verde, etc).

## Diagnose da fertilidade do solo

Os solos apresentam diferenças em sua capacidade no fornecimento de nutrientes, dependendo da quantidade de reservas totais, dinâmica de mobilização e fixação e da disponibilidade dos nutrientes para as raízes. Desse modo, é necessário quantificar, por meio de análises químicas, o potencial dos solos em fornecer os nutrientes e o estado nutricional das plantas, como instrumentos para o uso eficiente de corretivos e fertilizantes. Além destes fatos, é necessário também levar em consideração os diferentes esquemas de rotação e sucessão de culturas que apresentam diferenças nas exigências nutricionais e reciclagem dos nutrientes pelas diferentes culturas componentes dos sistemas de produção utilizados nas propriedades agrícolas. A Figura 1 ilustra a classificação da fertilidade dos solos, utilizada para interpretação da capacidade dos solos em suprir nutrientes as culturas.

Para que o objetivo do manejo racional da fertilidade do solo seja atingido, é imprescindível a utilização de uma série de instrumentos de diagnose de possíveis problemas nutricionais que, uma vez corrigidos, aumentarão as probabilidades de sucesso na agricultura. Assim, o agricultor ao planejar o cultivo do sorgo deve levar em consideração os seguintes aspectos: a) expectativa de produção; b) diagnose adequada dos problemas – análise de solo e histórico de calagem e adubação das glebas; c) quais nutrientes devem ser considerados neste particular caso? (muitos solos tem adequado suprimento de Ca, Mg, Fe, etc.); d) quais nutrientes não necessitam ser considerados a cada ano? (Ca e Mg suprido pela calagem; Zn e Cu residual no solo e, maior ou menor exigência da cultura); e) quantidades de P e K necessários na semeadura ? - determinado pela análise de solo e removido pela cultura; f) qual a fonte, quantidade e, quando aplicar N ? (baseado na análise de solo e produtividade desejada); g) quais nutrientes podem ter problemas neste solo? (lixiviação de nitrogênio em solos arenosos, ou são necessários em grandes quantidades); h) outros fatores agrônômicos (híbridos, espaçamento, densidade de plantas, sanidade, disponibilidade de água, etc.), são satisfatórios?

CLASSES DE INTERPRETAÇÃO	FONTES RELATIVAS DE NUTRIENTES EM DIFERENTES NÍVEIS DE FERTILIDADE DOS SOLOS	NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA
MUITO ALTA	SOLO	100%
ALTA	SOLO ..... FERT.	90 - 100 %
MEDIA	SOLO ..... FERTILIZANTE	70 - 90 %
BAIXA	SOLO ..... FERTILIZANTE .....	50 - 70 %
MUITO BAIXA	SOLO ..... FERTILIZANTE .....	< 50 %
	NUTRIENTES DISPONÍVEIS NO SOLO	NECESSIDADE DE ADUBAÇÃO

\*Solos com níveis de fertilidade nas classes alta e muito alta: adubação de arranque ou manutenção

**Figura 1.** Conceitos utilizados para interpretação dos indicadores da fertilidade dos solos e sua capacidade potencial no suprimento de nutrientes às culturas.

Fonte: Coelho e Rezende, 2008.

## Exigências nutricionais

O requerimento nutricional varia diretamente com o potencial de produção. Por exemplo, os dados apresentados na Tabela 1 dão uma ideia da extração de nutrientes pelo sorgo. Observa-se que a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio aumenta linearmente com o aumento na produtividade, e que a maior exigência do sorgo refere-se ao nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo.

Devido ao fato de culturas com maiores rendimentos extraírem e exportarem maiores quantidades de nutrientes (Tabela 1) e, portanto, necessitarem de doses diferentes de fertilizantes, nas recomendações oficiais de adubação para a cultura do sorgo no Brasil, as doses dos nutrientes são segmentadas conforme a produtividade esperada. Isso se aplica mais apropriadamente a nutrientes como nitrogênio e potássio, extraídos em grandes quantidades, mas também é válido para o fósforo e, de certo modo, para o enxofre. O conceito é menos importante para o cálcio e o magnésio, cujos teores nos solos, com a acidez adequadamente corrigida, devem ser suficientes para culturas de sorgo com altas produtividades.

**Tabela 1.** Extração média de nutrientes pela cultura do sorgo em diferentes níveis de produtividades.

Matéria seca --- Total --- (kg/ha)	Grãos --- Total --- (%)	N	P	Nutrientes extraídos <sup>1</sup>			
				K	Ca	Mg	
7.820 <sup>2</sup>	37	93	13	99	22	8	
9.950 <sup>3</sup>	18	137	21	113	27	28	
12.540 <sup>3</sup>	16	214	26	140	34	26	
16.580 <sup>3</sup>	18	198	43	227	50	47	

<sup>1</sup> Para converter P em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K em K<sub>2</sub>O, Ca em CaO e Mg em MgO, multiplicar por 2,29 , 1,20 , 1,39 e 1,66 , respectivamente.

Fonte: <sup>2</sup> Pitta et al. (2001) e <sup>3</sup> Fribourg et al. (1976).

No que se refere à exportação dos nutrientes (Tabela 1), o fósforo e o nitrogênio são quase todos translocados para os grãos, seguindo-se o magnésio, o potássio e o cálcio. Isso implica que a incorporação dos restos culturais do sorgo devolve ao solo parte dos nutrientes, principalmente potássio, cálcio e magnésio, contidos na palhada. Entretanto, mesmo com a manutenção da palhada na área de produção e, em decorrência das grandes quantidades que são exportadas pelos grãos, faz-se necessária a reposição desses nutrientes em cultivos seguintes. O sorgo destinado à produção de forragem tem recomendações especiais, porque todo material é cortado e removido do campo antes que a cultura complete seu ciclo. Com isso, a remoção de nutrientes é muito maior do que aquela para a produção de grãos.

## Diagnose foliar

Além dos sintomas característicos de uma ou outra desordem que só se manifestam em casos graves, a identificação do estado nutricional da planta somente é possível pela análise química da mesma. A utilização da análise do tecido vegetal como critério diagnóstico baseia-se na premissa de existir uma relação bem definida entre o crescimento e a produção das culturas e o teor dos nutrientes em seus tecidos. A parte amostrada deve ser representativa da planta toda e o órgão preferencialmente escolhido é a folha, pois a mesma é a sede do metabolismo e reflete bem as mudanças na nutrição.

No caso do sorgo, folhas na posição mediana da planta, coletadas por ocasião do emborrachamento são comumente utilizadas. Normalmente, recomenda-se a coleta de 30 folhas por hectare ou talhão homogêneo. Não se deve coletar amostras das folhas quando, nas semanas antecedentes, se fez uso de adubação no solo ou foliar, aplicaram-se defensivos ou após períodos intensos de chuva. O ideal é que as amostras cheguem ao laboratório ainda verdes, no mesmo dia a coleta, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas em caixas com gelo. Caso isto não seja possível, é aconselhável que as folhas sejam rapidamente lavadas com água corrente e enxaguadas com água filtrada ou destilada, acondicionadas em sacos de papel reforçados e postas para secar ao sol ou em estufa a 70 °C.

A identificação da amostra deve conter o seu número, cultura, localidade, data da coleta, nutrientes para analisar e endereço para resposta. Os teores foliares de macro e micronutrientes considerados adequados para culturas produtivas de sorgo, são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valores de referência dos teores foliares de nutrientes considerados adequados para a cultura do sorgo.

Macronutrientes	Teor (%)	Micronutrientes	Teor (mg/dm <sup>3</sup> )
Nitrogênio	2,31- 2,90	Boro	20
Fósforo	0,44	Cobre	10-30
Potássio	1,30 - 3,00	Ferro	68-84
Cálcio	0,21 - 0,86	Manganês	34-72
Magnésio	0,26 - 0,38	Molibdênio	sem informação
Enxofre	0,16 - 0,60	Zinco	12-22

Fonte: Martinez et al. (1999).

## Sintomas de deficiência

Os sintomas de deficiência podem constituir, ao nível de campo, em elemento auxiliar na identificação da carência nutricional. No entanto, para a identificação da deficiência com base na sintomatologia, é necessário que o técnico tenha razoável experiência de campo, uma vez que deficiências, sintomas de doenças e distúrbios fisiológicos podem ser confundidos. A sintomatologia descrita e apresentada a seguir, em forma de chave, foi adaptada de Malavolta & Dantas (1987).

### Sintomas iniciais na parte inferior da planta

#### Com clorose

Amarelecimento da ponta para a base em forma de "V"; secamento começando na ponta das folhas mais velhas e progredindo ao longo da nervura principal; necrose em seguida e dilaceramento colmos fino, redução do tamanho da panícula e a produção de grãos (Figura 2) – Nitrogênio.

Fotos: Antônio Marcos Coelho



**Figura 2.** Sintomas de deficiência de nitrogênio.

Clorose nas pontas e margens das folhas mais velhas seguida por secamento, necrose ("queima") e dilaceração do tecido; colmos com internódios mais curtos; folhas mais novas podem mostrar clorose internerval típica da falta de ferro (Figura 3) – Potássio.

Fotos: Antônio Marcos Coelho



**Figura 3.** Sintomas de deficiência de potássio.

As folhas mais velhas amarelecem nas margens e depois entre as nervuras dando o aspecto de estrias; pode vir a seguir necrose das regiões cloróticas; o sintoma progride para as folhas mais novas (Figura 4) – Magnésio.

Foto: Antônio Marcos Coelho



**Figura 4.** Sintomas de deficiência de magnésio.

Faixas brancas ou amareladas entre a nervura principal e as bordas, podendo seguir-se necrose e ocorrer tons roxos; as folhas novas se desenrolando na região de crescimento são esbranquiçadas ou de cor amarelo - pálido, internódios curtos (Figura 5) – Zinco.

Fotos: Grundon et al. (1987)



**Figura 5.** Sintomas de deficiência de zinco.

### **Sem necrose**

Cor verde escuro das folhas mais velhas seguindo-se tons roxos nas pontas e margens; o colmo também pode ficar roxo (Figura 6) – Fósforo.

Foto: Antônio Marcos Coelho



**Figura 6.** Sintomas de deficiência de fósforo.

Pequenas manchas brancas nas nervuras maiores, encurvamento do limbo ao longo da nervura principal – Molibidênio.

## Sintomas iniciais na parte superior da planta

### Com clorose

As pontas das folhas mais novas gelatinizam e, quando secas, grudam umas às outras; à medida que a planta cresce, as pontas podem estar presas. Nas folhas superiores aparecem, sucessivamente, amarelecimento, secamento, necrose e dilaceração das margens e clorose internerval (faixas largas); morte da região de crescimento (Figura 7) – Cálcio.

Foto: Antônio Marcos Coelho



**Figura 7.** Sintomas de deficiência de cálcio.

Faixas alongadas aquosas ou transparentes que depois ficam brancas ou secas nas folhas novas, o ponto de crescimento morre; baixa polinização; quando as espigas se desenvolvem podem mostrar faixas marrons de cortiça na base dos grãos (Figura 8) – Boro.

Fotos: Grundon et al. (1987)



**Figura 8.** Sintomas de deficiência de boro.

Amarelecimento das folhas novas logo que começam a se desenrolar, depois as pontas se curvam e mostram necrose, as folhas são amarelas e mostram faixas semelhantes às provocadas pela carência de ferro; as margens são necrosadas; o colmo é macio e se dobra (Figura 9) – Cobre.

Foto: Grundon et al. (1987)



**Figura 9.** Sintomas de deficiência de cobre.

Clorose internerval em toda a extensão da lâmina foliar, permanecendo verdes apenas as nervuras (reticulado finas de nervuras) (Figura 10) – Ferro.

Fotos: Grundon et al. (1987)



**Figura 10.** Sintomas de deficiência de ferro.

Clorose internerval das folhas mais novas (reticulado grosso de nervuras) e depois de todas elas, quando a deficiência for moderada; em casos mais severos aparecem no tecido faixas longas e brancas e o tecido do meio da área clorótica pode morrer e desprender-se; colmos finos (Figura 11) – Manganês.

Fotos: Grundon et al. (1987)



**Figura 11.** Sintomas de deficiência de manganês.

### **Sem clorose**

Folhas novas e recém - formadas com coloração amarelo - pálido ou verde suave. Ao contrário da deficiência de nitrogênio, os sintomas ocorrem nas folhas novas, indicando que os tecidos mais velhos não podem contribuir para o suprimento de enxofre para os tecidos novos, os quais são dependentes do nutriente absorvido pelas raízes (Figura 12) – Enxofre.

Foto: Grundon et al. (1987)

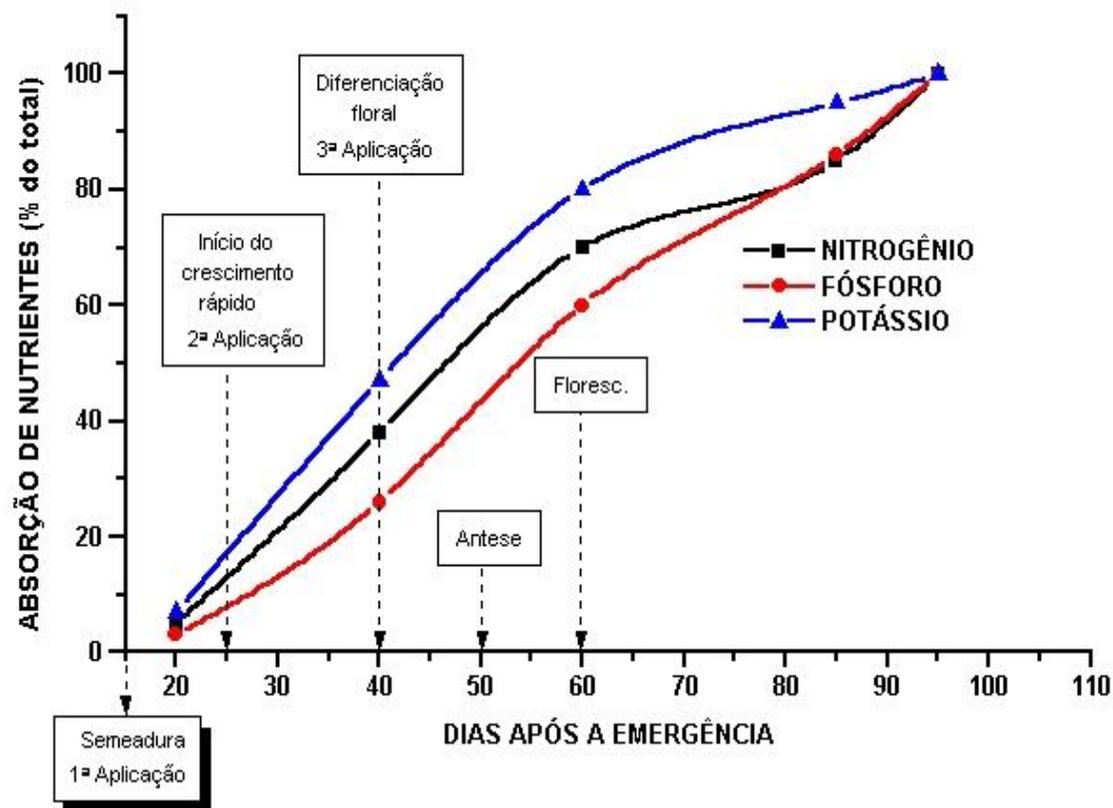


**Figura 12.** Sintomas de deficiência de enxofre.

## Padrões de absorção e acumulação de nutrientes

Definida a necessidade de aplicação de fertilizantes para a cultura do sorgo, o passo seguinte, e de grande importância no manejo da adubação, visando a máxima eficiência, é o conhecimento da absorção e acumulação de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, identificando as épocas em que os elementos são exigidos em maiores quantidades. Esta informação, associada ao potencial de perdas por lixiviação de nutrientes nos diferentes tipos de solos, são fatores importantes a considerar na aplicação parcelada de fertilizantes, principalmente nitrogenados e potássicos.

O sorgo apresenta períodos diferentes de intensa absorção, com o primeiro ocorrendo durante a fase de desenvolvimento vegetativo (V7 – V12), quando o número potencial de grãos está sendo definido, e o segundo, durante a fase reprodutiva ou formação dos grãos, quando o potencial produtivo é atingido (Figura 13). Pode-se observar pela Figura 13, que até a época do florescimento, a planta absorve 65, 60 e 80% de seu requerimento em N, P e K, respectivamente. Isto enfatiza que para altas produções, mínimas condições de estresses devem ocorrer durante todos os estádios de desenvolvimento da planta.



**Figura 13.** Absorção de NPK pelo sorgo. As aplicações 1a, 2a e 3a referem-se aos períodos normalmente recomendados para aplicação de fertilizantes. Fonte: Modificada de Tisdale et al. (1985).

A absorção de potássio apresenta um padrão diferente em relação ao nitrogênio e ao fósforo, com a máxima absorção ocorrendo no período de desenvolvimento vegetativo, com elevada taxa de acúmulo nos primeiros 30 a 40 dias de desenvolvimento, com taxa de absorção superior ao de nitrogênio e fósforo, sugerindo maior necessidade de potássio na fase inicial como um elemento de "arranque" (Figura 13). Para o nitrogênio e o fósforo, o sorgo apresenta dois períodos de máxima absorção durante as fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo ou formação dos grãos, e menores taxas de absorção no período compreendido entre a emissão da panícula e o início da formação dos grãos.

### Acidez do solo e necessidade de calcário e gesso

As recomendações de calagem objetivam corrigir a acidez do solo e tornar insolúvel o alumínio, o que, aliadas a outras práticas de manejo da fertilidade, têm a função de elevar a capacidade produtiva dos solos. As quantidades de corretivos da acidez do solo são determinadas por diferentes metodologias e

visam o retorno econômico das culturas a médio prazo (4 a 5 anos). Como a calagem é uma prática que envolve sistemas de rotação e sucessão de culturas, na sua recomendação, deve-se priorizar a cultura mais sensível à acidez do solo. Assim, pelos seus efeitos e sua importância nos diferentes níveis tecnológicos dos diversos sistemas de produção usados no Brasil, o desenvolvimento ou adaptação de cultivares mais tolerantes à acidez do solo via melhoramento genético, não elimina o uso do calcário na agricultura.

Embora a toxidez de alumínio na superfície do solo (0-20 cm) possa ser corrigida pela aplicação de calcário, sua baixa solubilidade e movimentação no solo, impedem, em um curto período de tempo, a eliminação ou redução do alumínio tóxico no subsolo (>40 cm). Assim, o uso de genótipos de sorgo mais tolerantes ao Al é uma importante estratégia para uma maior estabilidade e sustentabilidade da produção.

A tomada de decisão sobre o uso do gesso agrícola deve sempre ser feita com base no conhecimento de algumas características químicas e na textura do solo, da camada subsuperficial (20 cm a 40 cm). Haverá maior probabilidade de resposta ao gesso quando a saturação por Al<sup>3+</sup> da CTC efetiva, for maior que 25%, e/ou o teor de Ca, menor que 0,5 cmolc/dm<sup>3</sup> de solo.

## Recomendação e manejo da adubação

Com a introdução do conceito de adubação dos sistema de produção e não por culturas específicas, pode-se dizer que o manejo dos corretivos da acidez do solo (calcário e gesso), fertilizantes fosfatados, potássicos e micronutrientes, são bem definidos. De acordo com as necessidades dos solos e culturas estes podem ser manejados através da aplicação a lanço, na pré-semeadura como adubação corretiva; no sulco de semeadura, como adubação de manutenção e, combinação desses métodos. Para os micronutrientes a aplicação pode também ser via foliar e nas sementes.

No caso específico do sorgo granífero semeado em sucessão as culturas de verão, o principal questionamento que tem sido feito é se há necessidade de adubação e, em caso afirmativo, qual deve ser a quantidade a ser aplicada na semeadura e em cobertura. Dentro desse enfoque, pesquisas sobre a adubação do sorgo granífero em sucessão à cultura da soja tem evidenciado efeitos positivos na produção (Tabela 3). Mesmo em anos com ocorrência de acentuado déficit hídrico, a adubação tem mostrado ganhos significativos na produção do sorgo (Tabela 4).

**Tabela 3.** Produção de grãos de sorgo, em kg/ha, cultivado em sucessão à soja, em diferentes níveis de adubação, Uberaba, MG.

Adubação na semeadura (kg/ha de 4 – 14 – 8)	Doses de nitrogênio em cobertura (kg/ha) <sup>1</sup>		
	0	40	80
0	2.418	3.188	2.865
200	2.670	3.552	3.263
400	3.159	3.801	3.622
200 + 20N + 20N <sup>2</sup>	*****	4.266	*****

<sup>1</sup> Cobertura nitrogenada, na forma de uréia, aplicada aos 35 dias após a emergência das plantas.

<sup>2</sup> Nitrogênio aplicado aos 35 e 45 dias após a emergência das plantas.

Fonte: Modificada de Viana et al. (1992).

**Tabela 4.** Produção média de grãos, em kg/ha, de sorgo em diferentes níveis de adubação. Manga, MG.

Adubação na semeadura 4 – 30 – 16	Nitrogênio em cobertura <sup>1</sup> S. amônio	----- Anos -----	
		----- Kg/ha -----	----- Grãos - Kg/ha -----
0	0	4.546	339
0	40	4.436	1.511
0	80	4.022	1.411
100	0	6.022	2.664
100	40	6.694	2.170
100	80	5.718	2.515
200	0	6.380	3.113
200	40	6.540	3.376
200	80	6.360	3.106

<sup>1</sup> Cobertura nitrogenada, aplicada aos 35 dias após a emergência das plantas.

Fonte: Modificada de Viana et al. (1986).

As sugestões para recomendação de fertilizantes na cultura do sorgo granífero, devem seguir tabelas estaduais ou mesmo regionais, pois estas são adaptadas experimentalmente às mesmas. Todavia, neste capítulo são apresentadas as recomendações sugeridas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, e estão resumidas na Tabela 5.

**Tabela 5.** Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo, de acordo com o teor de argila do solo e para o potássio.

Característica	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio <sup>3</sup> ----- (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1</sup> -----	Bom	Muito bom
Argila (%)			Fósforo disponível (P) <sup>2</sup>		
60 - 100	< 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0 <sup>3</sup>	8,1 - 12,0	> 12,0
35 - 60	< 4,1	4,1 - 8,0	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	> 18,0
15 - 35	< 6,7	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
0 - 15	< 10,1	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
			Potássio disponível (K) <sup>2</sup>		
	< 16	16 - 40	41 - 70	71 - 120	> 120

<sup>1</sup>mg/dm<sup>3</sup> = ppm (m/v). <sup>2</sup>Método Mehlich-1. <sup>3</sup>Nesta classe apresentam-se os níveis críticos de acordo com o teor de argila. <sup>3</sup>O limite superior desta classe indica o nível crítico.

OBS: No caso do fósforo disponível obtido pelo método da Resina, podem ser consideradas as seguintes faixas de disponibilidade: baixo 0 a 20 mg/dm<sup>3</sup>, médio 21 a 40 mg/dm<sup>3</sup> e, alto > 40 mg/dm<sup>3</sup> de solo.

Fonte: Modificada de ALVAREZ V. et al. (1999).

**Tabela 6.** Recomendação de doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, em kg/ha, para o sorgo granífero e forrageiro em função dos teores de P e K no solo (Tabela 5) e expectativas de produtividades.

Produtividade (t/ha)	Dose de N Semeadura (kg/ha)	Teor de P no solo (mg/dm <sup>3</sup> )		Teor de K no solo (mg/dm <sup>3</sup> )			Dose de N <sup>1</sup> (kg/ha)	
		Baixo	Médio	Bom	Baixo	Médio		Bom
<b>Grãos</b>				<b>Sorgo granífero</b>				
4 – 6	20 – 30	70	50	30	50	40	20	40
6 – 8	20 – 30	80	60	40	70	60	40	80
<b>Forragem</b>				<b>Sorgo forrageiro</b>				
< 50	20 – 30	70	50	30	75	60	30	70
50 – 60	20 – 30	80	60	40	100	90	60	100
> 60	20 – 30	90	70	50	150	120	90	140

<sup>1</sup>Dose de N a ser aplicada em cobertura.

Fonte: Modificada de ALVES et al. (1999).

Na adubação fosfatada e potássica de manutenção para a cultura do sorgo, em solos em que os teores de fósforo e potássio “disponível”, sejam iguais ou maiores do que o limite superior da classe média (Figura 1, Tabela 5), pode-se utilizar o conceito da aplicação da dose de acordo com a quantidade removida no produto colhido.

Para o fósforo, considera-se que para cada tonelada de grãos produzida, são exportados de 8 a 10 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Esse mesmo valor pode ser considerado quando se cultiva o sorgo para produção de forragem, visto que, a exportação de fósforo, quando se cultiva o sorgo para esta finalidade, é semelhante àquela para a produção de grãos, onde encontra-se mais de 80% do fósforo absorvido pela cultura.

Para o potássio, as quantidades exportadas variam de acordo com o nível de produtividade. Assim, para produtividades inferiores a 6,0 t de grãos ha<sup>-1</sup> tem-se uma exportação média ao redor de 4 kg de K<sub>2</sub>O por tonelada de grãos e para produtividades acima de 8,0 t de grãos ha<sup>-1</sup> de 6 kg de K<sub>2</sub>O por tonelada de grãos. Quando o sorgo for destinado à produção de forragem, a extração média é de aproximadamente 13 kg de K<sub>2</sub>O por tonelada de matéria seca produzida.

A adubação nitrogenada em cobertura deve ser efetuada quando as plantas atingirem entre 30 a 40 centímetros de altura. Em plantios estabelecidos de sucessão ou rotação com a soja, o nitrogênio nas adubações de cobertura, poderá ser diminuído em 20 kg/ha daquela sugerida na Tabela 5.

Nas adubações em coberturas convencionais e se o fertilizante usado for a uréia, esta deve ser incorporada a uma profundidade de 5 cm para redução das perdas. Em solos de textura arenosa ou em casos onde a recomendação da adubação potássica for superior a 80 kg/ha, sugere-se que a metade deva ser aplicada no plantio e a outra metade juntamente com a adubação nitrogenada de cobertura. Nos solos deficientes em zinco (< 1 mg/dm<sup>3</sup> de solo - extrator Melich1), aplicar de 1 a 2 kg/ha de zinco. Nos casos de uso constante de formulações concentradas, sugere-se a aplicação de 30 Kg/ha de enxofre por ano.

Ressalta-se também que a prática da incorporação dos restos culturais pode favorecer a restituição de até 42% do N, 45% do P e 85% do K extraídos pela cultura durante o seu crescimento e desenvolvimento. Esse valores devem ser considerados na economicidade no uso dos fertilizantes a longo prazo, bem como na melhoria das condições físicas e químicas do solo.

## Cultivares

A cultura do sorgo é excelente opção para plantio de sucessão a culturas de verão, por ser tolerante à seca, menos exigente a nutrientes, quando comparada a outros cereais, e de baixo custo de produção. A planta de sorgo possui características fisiológicas que permitem paralisar seu crescimento, ou diminuir o seu metabolismo, durante o estresse hídrico, e reiniciá-lo quando a água torna-se disponível. Essa característica de tolerância a estresse hídrico permitiu que o sorgo se expandisse em regiões com distribuição irregular de chuvas e em sucessão a culturas de verão.

No Brasil, as zonas de adaptação da cultura se concentram no Brasil Central em sucessão a plantios de verão (safrinha), no Sul (região de fronteira) em plantios de verão e no Nordeste em plantios nas condições do Semiárido, com altas temperaturas e precipitação inferior a 600 mm anuais.

Adicionalmente a tolerância à seca, e grande potencial de produção de grãos, o sorgo oferece ao produtor outras vantagens, tais como: cobertura verde quando os cerrados se encontram quase sempre expostos ao excesso de radiação solar e a chuvas fortes; receita adicional no período de entressafra; opção de rotação de culturas; fornecimento de palhada residual, viabilizando o sistema de plantio direto; produção da rebrota; cultura totalmente mecanizada e sem necessidade de investimento adicional em máquinas e equipamentos, para o produtor de soja (principal cultura no sistema de sucessão).

Pelas estimativas apresentadas pela CONAB – Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2013/14 - 12º Levantamento - Setembro de 2014 – os estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais (Triângulo mineiro) e Bahia (Oeste baiano) são responsáveis por, aproximadamente, 89% da área de sorgo granífero plantada no Brasil, sendo este cultivo, predominantemente, realizado na época de safrinha. Estima-se que a área plantada com sorgo granífero no Brasil, na safra 2013/14, tenha superado 731 mil ha, com uma produção de grãos em torno de 1,9 milhões de toneladas. Estes valores indicam redução na área plantada em relação à safra 2012/13 de 8,8% em área plantada e 10% na produção. Os estados de Goiás e Mato Grosso reduziram a área plantada em aproximadamente 29% e 15%, enquanto que a Bahia teve sua área aumentada em torno de 57% nesta safra. A redução da área de sorgo no Centro-Oeste se deve principalmente à entrada da soja precoce no plantio de verão, o que deixa uma janela maior para plantio do milho safrinha, causando um deslocamento do sorgo para safrinha tardia.

A produtividade nacional média de grãos de sorgo estimada para a Safra 2013/14 foi de, aproximadamente, 2,6 t/ha. Este valor é semelhante ao observado na safra anterior e relativamente inferior à safra 2011/12. A produtividade média nas últimas duas safras reduziu, devido, principalmente, a irregularidade de chuvas durante a safrinha. Mesmo assim, esta produtividade é superior ao observado na década passada. Cada vez mais, os produtores de sorgo granífero estão enxergando a cultura do sorgo na safrinha como merecedora da mesma atenção dispensada às lavouras de verão.

Apesar dos aumentos observados na produtividade das lavouras brasileiras, a média nacional está muito abaixo do potencial de rendimento de grãos dos híbridos de sorgo encontrados no mercado. Experimentos demonstram que a produtividade desses híbridos pode ultrapassar as 10,0 t/ha e 7,0 t/ha, respectivamente, em condições favoráveis no verão e em plantios de sucessão.

Esta realidade, em parte, se deve aos sistemas de produção de grãos predominantes no Mato Grosso e em muitas outras regiões produtoras do país, que cultivam, principalmente, a soja na época das águas e, após a colheita da mesma, planta-se o milho na safrinha. O sorgo, normalmente, é cultivado num período tardio de safrinha, ou seja, quando os riscos de perdas de lavouras de milho, por deficiência hídrica, aumentam significativamente. Nesta época, as condições climáticas impedem que as cultivares expressem seus potenciais produtivos.

Para garantia de obtenção de maiores produtividades das lavouras, os produtores devem estar atentos à escolha das cultivares adaptadas às suas regiões e aos seus sistemas de produção, além de realizar planejamento para implantação e condução da lavoura.

A escolha da cultivar a plantar é crucial para o produtor alcançar elevadas produtividades; portanto, ele deve pensar bem antes de tomar esta decisão. Existe número elevado de híbridos de sorgo no mercado, mas, infelizmente, faltam informações ao produtor sobre o desempenho daqueles mais novos. Sempre que possível é importante solicitar dados de produtividade destes híbridos na região de cultivo, evitar escolha baseado em dados de outras regiões. Quanto mais informações o produtor tiver a respeito do híbrido, menores serão os riscos de perda de produtividade. Na falta de dados concretos de desempenho dos híbridos, principalmente no caso de híbridos novos, recomenda-se plantar somente uma pequena área da propriedade nos primeiros dois anos, de forma a ter aumento gradativo de área com os materiais novos.

O produtor deve estar atento ao planejamento do plantio da safrinha. Plantios tardios em condições de sequeiro tendem a reduzir drasticamente a produtividade das lavouras, devido à falta de água em época de grande demanda pela planta, ou seja, após seu florescimento. Para o sucesso desta estratégia de ação, é de extrema importância que os produtores utilizem cultivares de sorgo que possuam ciclo precoce e sejam mais tolerantes a seca.

Para cultivo em safrinha na região Centro-Oeste, em áreas de cerrado caracterizadas por solos com baixos teores de P e, muitas vezes, possuidores de Al tóxico, os programas de melhoramento genético buscam desenvolver e ofertar ao mercado cultivares de sorgo com elevada produtividade e qualidade de grãos, tolerantes à seca e a altas temperaturas, com ciclo precoce a médio, altura de planta compatível com a regulação de colhedoras, resistentes ao acamamento e quebramento de plantas, eficientes na utilização de nutrientes, resistente às principais doenças e pragas, e que deixem no campo cobertura morta (palhada) para o plantio da próxima safra no sistema de plantio direto.

Dentre as cultivares disponíveis no mercado, o uso de híbridos simples tem predominado. Esses materiais apresentam ampla adaptabilidade e estabilidade de produção. Na escolha do híbrido, principalmente para o plantio em sucessão, devem ser observadas as seguintes características:

1. tolerância a períodos de déficit hídrico, principalmente em pós-florescimento;
2. resistência ao acamamento e ao quebramento;
3. ausência de tanino nos grãos. O uso de cultivares com tanino está restrito ao Rio Grande do Sul;
4. porte entre 1,0 m e 1,5 m com boa produção de massa residual;
5. ciclo precoce a médio;
6. resistência às doenças predominantes na região de plantio.

A indústria de sementes oferece condições para o atendimento da demanda das várias regiões de cultivo de sorgo e para o plantio da safra de 2013/14 estarão disponíveis grande número de híbridos oriundos de empresas dos setores público e privado. Informações referentes às principais características de cada cultivar, como recomendação de local e época de plantio, podem ser encontradas nos sites das empresas que os comercializam, na página do MAPA ([www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)), ou em links associados a Zoneamento Agrícola e Registro Nacional de Cultivares. Na Tabela 1, para exemplificar, são informados os nomes dos principais híbridos disponíveis para a próxima safra.

Considerando o risco inerente ao sistema de plantio em sucessão, principalmente com a ocorrência de doenças e deficiência hídrica, recomenda-se que o produtor utilize uma combinação de cultivares, iniciando seu plantio com aquelas de maior teto produtivo, que, geralmente, são mais tardias, e finalizando com as mais precoces. Recomenda-se ainda, observar a população de plantas recomendadas para o plantio. Cada híbrido possui sua

população de plantas ideal, que varia entre 140.000 a 220.000 plantas/ha, sendo que quanto mais tardio o plantio, menor deve ser a densidade populacional.

Os híbridos expressam a produtividade máxima na primeira geração, sendo necessária a aquisição de sementes todos os anos. O plantio de sementes da segunda geração (F2) proporcionará redução na produtividade, dependendo do híbrido, de 15% a 40% e grande variação entre plantas com efeito negativo na qualidade do produto. As cultivares de sorgo granífero 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 intensidade e a produção da rebrota é proporcional à sanidade das plantas na primeira colheita e do número de plantas sobreviventes. Assim, as melhores cultivares pensando-se no aproveitamento da rebrota, são aquelas com maior resistência às doenças foliares e maior capacidade de se manterem verdes (não senescentes) após a maturação fisiológica dos grãos. Vale a pena a ressalva que, caso seja de interesse, para o cultivo da rebrota é recomendada a realização de uma adubação de cobertura para reposição dos nutrientes extraídos pelo sorgo no primeiro cultivo.

Atualmente, as principais regiões produtoras, têm informações referentes ao zoneamento de risco climático para o cultivo do milho nos diferentes municípios do Estado. Apesar de possuírem estas informações, muitos produtores continuam plantando o milho muitos dias após o período recomendado como limite para sua semeadura. O produtor compra os insumos para o milho (adubo e sementes) muitos meses antes do plantio. Como estes insumos representam muito no custo final de produção do milho e o produtor já gastou, ele opta por semear o milho mesmo fora de época, levando a aumentar seu risco de prejuízo. O atraso na semeadura do milho safrinha acarreta também atraso no plantio do sorgo. O produtor que não plantou o milho na época ideal, precisa se conscientizar de que não adianta plantar na época de risco. É mais vantajoso ele usar o adubo que comprou antecipadamente no sorgo, que continuar insistindo no risco de plantio tardio do milho.

Para a cultura do sorgo granífero também existe o Zoneamento de risco climático para os diferentes estados (ver capítulo [Zoneamento](#)). Devido às características da planta de sorgo de tolerância a seca e de maior eficiência na utilização de água para completar seu ciclo vital, quando comparada à planta de milho, as datas limites para seu plantio são superiores às do milho, fazendo com que o sorgo seja uma melhor opção para o plantio no avançar dos dias na safrinha.

Nota-se, portanto, grande possibilidade de ampliação da área cultivada com sorgo granífero em curto espaço de tempo, somente pela conscientização dos agricultores em optar pelo plantio do sorgo em regiões e épocas adversas ao plantio de milho. Assim, se os produtores seguirem as recomendações do Zoneamento de Risco Climático, cessando a semeadura do milho na época certa e cobrindo as áreas remanescentes com cultivares de sorgo indicadas para sua região, seguindo este zoneamento, maiores produções de grãos serão alcançadas bem como melhores produtividades das lavouras. Esta ação é diretamente convertida em lucratividade na produção.

A cultura do sorgo deve ser considerada complementar e não como substituta à cultura do milho. O plantio do sorgo, em regiões e épocas com riscos de déficit hídrico, pode contribuir para o aumento da sustentabilidade da produção de grãos com redução do ônus para o consumidor e maiores lucros para os produtores.

Reconhecida sua importância tanto para produtores rurais como para a indústria de alimentação animal, estudos de comparação entre híbridos são importantes em programas de melhoramento genético que visam à recomendação de cultivares de alta qualidade e com alto potencial de produção de grãos, adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região, principalmente daquelas com expressivo potencial agrícola, como o Centro-Oeste brasileiro.

**Tabela 1.** Principais híbridos de sorgo granífero disponíveis para a comercialização na safra 2013-2014 e safrinha 2014.

HÍBRIDO	CICLO	ORIGEM
BR 304	Superprecoce	Embrapa
BRS 310	Precoce	Embrapa
BRS 330	Médio	Embrapa
BRS 332	Médio	Embrapa
1G 100	Superprecoce	Dow AgroSciences
1G 220	Precoce	Dow AgroSciences
1G244	Precoce	Dow AgroSciences
1G 282	Precoce	Dow AgroSciences
50A10	Superprecoce	Morgan
50A50	Superprecoce	Morgan
50A70	Superprecoce	Morgan
AGN 8040	Superprecoce	Agromen
AGN 70G35	Superprecoce	Agromen
AGN 80G80	Precoce	Agromen
AG 1040	Precoce	Agrocere/Monsanto
AG 1060	Precoce	Agrocere/Monsanto
AG 1080	Médio	Agrocere/Monsanto
AG 1090	Precoce	Agrocere/Monsanto
AS 4615	Precoce	Agroeste/Monsanto
AS 4625	Precoce	Agroeste/Monsanto
AS 4639	Médio	Agroeste/Monsanto
DKB 540	Precoce	Agroeste/Monsanto
DKB 550	Precoce	Dekalb/Monsanto
DKB 590	Precoce	Dekalb/Monsanto
ESMERALDA	Precoce	Semeali
RANCHERO	Semi Precoce	Semeali
A 6304	Precoce	Semeali
XB 6022	Precoce	Semeali
BM 737	Precoce	Helix
Buster	Precoce	Atlântica
Bravo	Superprecoce	Atlântica
Fox	Superprecoce	Atlântica
A 9721 R	Superprecoce	Nidera
A 9735 R	Precoce	Nidera
IPA 1011	Superprecoce	IPA

Fonte: Elaborada a partir de informações de empresas produtoras de sementes.

**Autores deste tópico:** Cicero Beserra de Menezes, Flavio Dessaune Tardin, Jose Avelino Santos Rodrigues

# Plantio

## A implantação da cultura

O sorgo é uma espécie de origem tropical e, portanto exigente em clima quente para poder expressar seu potencial. A planta de sorgo não suporta baixas temperaturas e, por isso, no Brasil, o sorgo é cultivado em regiões e situações de temperaturas médias superiores a 20 °C.

A adaptação de cultivares de sorgo é relativamente boa nos trópicos ou numa amplitude que vai de 30° de latitude norte até 30° de latitude sul. Por causa disso, cultivares desenvolvidos no Sul e Sudoeste dos Estados Unidos tiveram boa adaptação no Brasil, no período mais recente da reintrodução da cultura no país. No entanto, outras características agrônômicas como resistência a doenças e a patótipos locais, resistência a insetos-pragas, resistência à seca, tolerância à acidez do solo, finalidade de uso, é que verdadeiramente têm balizado a recomendação de cultivares para os diferentes sistemas de produção de sorgo no Brasil.

O sorgo adapta-se igualmente a uma gama de tipos de solo. No Brasil a cultura é plantada desde os solos heteromórficos das regiões arroyeiras do Rio Grande do Sul, passando pelos latossolos das regiões do Cerrado, até os solos aluviais dos vales das regiões semi-áridas do Nordeste. As cultivares comerciais originalmente importadas não tiveram boa adaptação a solos com acidez elevada e alumínio tóxico presente. Mas os programas de melhoramento nacionais, públicos e privados, já disponibilizaram cultivares comerciais com tolerância ao alumínio e a acidez do solo.

Por outro lado em todos os sistemas de produção de sorgo, a calagem tem sido uma prática rotineira para correção da acidez e do alumínio tóxico.

O sorgo é uma cultura 100% mecanizável e usa os mesmos equipamentos de plantio, cultivo e colheita utilizados para outras culturas de grãos como a soja, o arroz e o trigo. Mas a cultura pode ser conduzida manualmente também e sua adaptação a sistemas utilizados por pequenos produtores é muito boa.

## A semeadura

Sorgo pode ser plantado por dois processos básicos: convencional e direto na palha (PD). No processo convencional o solo é arado, gradeado, desterroado e nivelado, enquanto que no processo de semeadura direta o revolvimento do solo é localizado apenas na região de deposição de fertilizante e semente.

Qualquer que seja o processo de semeadura, alguns cuidados devem ter sido tomados com relação à correção da acidez e do alumínio tóxico, bem como com o controle de plantas daninhas e insetos praga do solo.

## A densidade de semeadura conforme o espaçamento

Uma boa semente fiscalizada de sorgo no Brasil deve ter, no mínimo, 75% de poder germinativo (padrão federal). No entanto, as mais conceituadas marcas já distribuem sementes de sorgo com padrão mínimo de 80%. Portanto, para uma boa regulagem do equipamento de plantio, o produtor deve procurar saber qual o padrão de qualidade da semente que está adquirindo e exigir o boletim de análise do fabricante ou distribuidor. Para iniciar o procedimento de regulagem da plantadeira, além dessa informação, o produtor deve procurar saber se o fabricante da semente indica um disco pré perfurado que se adapte à sua semente e ao equipamento de que o produtor dispõe. Caso contrário, o produtor deve seguir as instruções do fabricante da máquina, que, normalmente, indica o número de furos e seu diâmetro para semear sorgo. O produtor deve se basear também nas indicações de densidade e população de plantas recomendadas para a cultivar que vai ser plantada e que devem ser fornecidas pelo produtor de semente. A tabela 1 ajuda o produtor na regulagem, levando em conta o tipo de sorgo, o espaçamento escolhido e a população de plantas final desejada:

**Tabela 1.** Sugestões para regulagem de equipamentos de plantio de acordo com diferentes tipos comerciais de sorgo, seus usos e seus espaçamentos recomendados.

Tipo comercial de sorgo	Espaçamento entre linhas (m)	Nº sementes por metro (80% germ.)	Consumo de sementes (kg)	População na colheita (mil plantas)
Granífero	0,50 a 0,70	15 a 18	6 a 8	140 a 170
Duplo propósito	0,70 a 0,80	18 a 20	6 a 8	140 a 170
Silagem	0,80 a 0,90	13 a 15	5 a 7	90 a 110
Corte verde*	0,30 a 0,60	20 a 22	10 a 12	200 a 300
Pastejo / fenação / cobertura morta (em linha)	0,30	20 a 25	15 a 20	400 a 500
Pastejo / fenação / cobertura morta (a lanço)	A lanço		20 a 30	600

\* Corte manual: 0,30 m. Corte mecânico: 0,60m.

Fonte: Paulo Mota Ribas.

## O desenvolvimento da cultura

O ciclo de uma planta de sorgo pode ser dividido em três partes: da emergência aos 30 dias; dos 30 dias até início do florescimento; e do florescimento até maturação fisiológica. A seguir, uma sucinta descrição dos fatos mais importantes do ciclo de vida da planta e as recomendações básicas de manejo da lavoura.

### Da emergência até os 30 dias

A planta de sorgo é muito frágil do estágio de emergência até os 20 dias de idade. A semente de sorgo tem poucas reservas de alimentos para promover o arranque inicial da plântula, que é lento até que o sistema radicular esteja bem desenvolvido e a jovem planta passe a se alimentar dos nutrientes do solo. Para se obter pronta e uniforme emergência, é importante que a semente seja depositada também em uma profundidade adequada e uniforme. De um modo geral, recomenda-se semear sorgo entre 3 cm a 5 cm de profundidade, e o fertilizante depositado a mais ou menos 8 cm a 10 cm de profundidade. O produtor de sorgo deve ficar atento às mudanças do tempo durante o decorrer da semeadura, especialmente quando se planta sorgo em extensas áreas, como ocorre no Brasil Central. Com bom nível de umidade no solo, a semeadura poderá ser mais rasa. Se a umidade decresce ao longo dos dias, a profundidade de semeadura deverá aumentar.

Nesse primeiro terço da vida da planta, o produtor deve cuidar do campo com esmero e observar atentamente o ataque de insetos-praga subterrâneos e de superfície, que atacam na região do coleto da planta. Esses insetos, incluindo as formigas cortadeiras, podem danificar seriamente os stands e mesmo destruir toda a lavoura. O produtor deverá ficar atento ao ataque precoce de lagartas das folhas (*Spodoptera*) e do pulgão verde (*Schizaphis*), que em certas circunstâncias poderão reduzir drasticamente os stands. O controle inicial de plantas daninhas deve estar entre as preocupações do produtor neste estágio do desenvolvimento do sorgo. O produtor que se decidiu por um herbicida de pós-emergência, deverá fazer a aplicação quando as plantinhas atingirem o estágio de três folhas. Finalmente, esse é o estágio em que o produtor deve tomar a decisão de replantar a lavoura se os stands não estiverem satisfatórios. Como regra prática e geral, toda vez que o stand inicial for reduzido em mais de 20% em relação à recomendação para determinada cultivar, o produtor deve fazer o replantio. Se a redução do stand for igual ou inferior a 20% do ideal, não há necessidade de replantio. As plantas remanescentes compensarão a redução.

Dos 20 aos 30 dias de vida, as plantas iniciam o período de rápido crescimento e a taxa de absorção dos nutrientes do solo é acelerada. Em torno dos 30 dias após emergência, para a maioria das cultivares comerciais, é o tempo de se fazer a adubação nitrogenada e potássica em cobertura. É o tempo, também, para completar o serviço de controle das plantas daninhas, ou com o uso de herbicidas ou por meio de cultivo mecânico. O cultivo mecânico não deve ser feito após os 30 dias, ou após o início da diferenciação floral. É nesse estágio também que se completa o controle dos insetos-pragas, principalmente da lagarta *Spodoptera* ou lagarta do cartucho.

### **Dos 30 aos 70 dias**

Este é o estágio de rápido desenvolvimento da planta de sorgo e acúmulo de matéria seca e nutrientes. É também o estágio em que se dá a diferenciação floral: entre 30 e 40 dias, para a maioria das cultivares comerciais, a planta deixa de produzir partes vegetativas, colmo e folhas, e inicia a formação da parte reprodutiva, a panícula. A partir desse ponto, o rápido alongamento do colmo e da panícula leva a planta ao estágio que chamamos de emborrachamento e que se completa aos 50-55 dias aproximadamente. A panícula emerge ao final desse período e o florescimento se dá entre 60 a 70 dias após a emergência da planta para a maioria das cultivares comerciais. Toda e qualquer agressão às plantas nesse estágio, como a aplicação indevida de agroquímicos, ou um evento climático desfavorável, como a falta de umidade no solo, afetarão a emergência da panícula e comprometerão a produtividade final da lavoura.

### **Do florescimento à maturação fisiológica**

Neste estágio, inicia-se uma rápida transferência de nutrientes acumulados nas folhas e nos colmos para as panículas. Portanto, os cuidados para que a planta esteja bem nutrida e preparada para essa fase devem ser tomados nos estágios anteriores. Durante o florescimento, o produtor deverá estar atento à ocorrência da mosca do sorgo e fazer o controle químico, se necessário, assim como monitorar o aparecimento de colônias de pulgão verde e a presença de seus inimigos naturais, que poderá evitar o uso de inseticidas. Nesse estágio, a planta continua dependendo de um bom nível de água no solo para um bom enchimento dos grãos. Deficiência hídrica nesse período, geralmente, ocasiona chochamento de grãos e queda da produtividade. Nesse período, os grãos passam do estágio de grão leitoso para o estágio de massa dura ou pastoso. É o período ideal para a ensilagem da planta inteira.

### **A maturação fisiológica**

Próximo da idade de 90 dias após emergência, a planta está fisiologicamente madura, mas não está pronta para colher sem secagem artificial.

No período que antecede o ponto de maturação fisiológica, ocorre uma rápida translocação de nutrientes acumulados no colmo e folhas para os grãos. Quando a planta está mal nutrida e/ou é submetida a um estresse de umidade, pode ocorrer um acamamento severo e a produtividade ficar comprometida. No caso de estabelecimento da cultura em épocas ou situações que sejam de alto risco para deficiência hídrica no ponto de maturação fisiológica, a recomendação é trabalhar com uma população de plantas final que seja de 15% a 20% inferior à recomendada para situações normais. É a situação comumente encontrada no sistema de produção de sucessão de culturas do Brasil Central. O ponto de maturação fisiológica pode ser facilmente visualizado pelo produtor: é só observar a formação de uma camada preta no ponto de inserção do grão na gluma ou palha que o envolve. O aparecimento da camada preta nos grãos de sorgo se dá da ponta para a base da panícula, acompanhando a marcha da maturação que é no mesmo sentido. Na maturação fisiológica, o grão de sorgo estará com 25% até 40% de umidade, mas se o produtor dispuser de condições para a secagem artificial, a colheita poderá ser feita. Após atingir a maturação fisiológica, não há mais acumulação de matéria seca no grão; como consequência disso, a irrigação suplementar pode ser suprimida, em caso de lavoura irrigada.

## A colheita

O ponto ideal para colheita depende do tipo e da finalidade de uso da cultivar de sorgo.

- Para a **colheita de grãos**, o ponto ideal está entre 17% e 14% de umidade com secagem artificial. Sem recursos para secagem artificial, a colheita só poderá ser feita quando a umidade cair para 12% a 13%. O produtor de sorgo granífero deve se lembrar que após a colheita a umidade dos grãos sobe sempre 1 a 1,5 pontos percentuais em relação à umidade da amostra sem detritos verdes.
- Para **ensilagem**, o ponto ideal é quando a planta inteira atinge pelo menos 30% de matéria seca. Na prática o produtor poderá se basear no ponto de formação da camada preta ou ponto de maturação fisiológica.
- Para  **corte verde**, o ponto ideal é quando a planta atinge o estágio de emborrachamento ou a idade de 50 a 55 dias pós-semeadura.
- Para **pastejo e fenação**, o ponto ideal está entre 0,80m a 1,00m de altura, ou a idade de 30 a 40 dias pós-semeadura ou início da rebrota.
- Para **cobertura morta**, a planta deverá ter mais ou menos 1,5m de altura.

## Semeadura

No plantio do sorgo, um importante aspecto é a regulagem da densidade de plantio, onde a densidade ótima que promoverá o rendimento máximo da lavoura varia, basicamente, com a cultivar e com a disponibilidade de água e nutrientes. A recomendação de densidade de sorgo granífero pode variar de 140 a 170 mil plantas por hectare na colheita. Associado à densidade de plantio está o espaçamento entre fileiras. No Brasil, esse espaçamento é muito variável, indo de 50 cm a 90 cm, mas verifica-se uma tendência de se utilizar cada vez mais os espaçamentos reduzidos pelas seguintes razões: aumento no rendimento de grãos, por propiciar uma distribuição melhor de plantas na área, aumentando a eficiência na utilização de luz solar, água e nutrientes; melhor controle de plantas daninhas, em função do mais rápido fechamento dos espaços disponíveis; e redução da erosão, pela cobertura antecipada da superfície do solo. O objetivo seria utilizar o mesmo espaçamento para o milho e a soja, evitando ajustes adicionais na semeadora.

A ocorrência de densidade de plantio aquém da desejada é comum em plantio direto onde as condições de solo e da semeadora não são favoráveis. Onde há excesso de palha, palhada mal distribuída, microrrelevo irregular, normalmente associados a solo com maior teor de umidade do que o adequado, pode haver uma redução na densidade de plantio, além de causar emergência desuniforme e atraso no desenvolvimento inicial. Estes problemas podem

ser agravados para cultura do sorgo, se a qualidade da semeadora não for boa. Além disso, MANTOVANI et al. (1992) avaliaram nove semeadoras com sementes de milho e concluíram que, de maneira geral, a distribuição longitudinal de sementes era irregular e fora dos limites aceitáveis, tendendo a se tornar mais irregular, à medida que a velocidade de semeadura aumentava. No caso do sorgo, este problema é menor, em razão da compensação de estande por perfilhamento, onde se pode obter um rendimento de produção próximo ao de uma cultura com estande adequado. Por causa deste problema e outros causados por inseto, seca, doenças, etc, sugere-se, aumentar, na regulagem da semeadora, a quantidade de sementes de 5% a 10%, comparado com o plantio convencional. Também é importante manter a velocidade de semeadura dentro dos limites recomendados de 4 Km a 6 km/h. Várias marcas e modelos de semeadoras-adubadoras estão disponíveis hoje no mercado brasileiro, que, basicamente, utilizam os seguintes sistemas de distribuição de sementes:

- **Pratos ou discos:** utiliza discos rotativos perfurados, que devem ser trocados conforme as dimensões das sementes e a quantidade a ser distribuída no solo, além de exigirem regulagem na rotação conforme a velocidade de deslocamento da máquina, permitindo ao agricultor uma regulagem de acordo com o estande desejado.
- **Dedinhos:** caracteriza-se por um disco onde se fixam uma série de pequenas chapas curvas, pivotadas, que, sob o efeito de molas, ao mergulhar dentro do leito de sementes, fecham-se, prendendo uma única semente, elevando-a até a cavidade de distribuição. É mais utilizado para sementes graúdas. Este tipo de semeadora também deve ser regulado a exemplo dos outros sistemas.
- **Pneumático:** opera também com discos dosadores perfurados rotativos, nos quais as sementes aderem a cada furo devido ao vácuo criado por uma corrente de ar que os atravessa, causando a sucção de um ventilador, sendo as sementes liberadas, quando o vácuo é neutralizado por um obturador, e captadas por tubos distribuidores. Como nos outros sistemas, para cada tipo de semente, deve-se dispor de um disco dosador e fazer uma regulagem de velocidade adequada.

O tratamento de sementes de sorgo com inseticidas, utilizado para combater pragas de solo durante o plantio, altera a rugosidade da superfície delas, pelo aumento do ângulo de repouso, afetando o desempenho da semeadora, pela dificuldade de movimentação no depósito e também nos sistemas distribuidores (discos ou dedos prensos). Uma maneira de contornar este problema de escoamento pode ser o uso de uma substância inerte lubrificante, como o grafite, que diminua tanto o coeficiente de atrito entre as sementes como destas com a parede do reservatório. De acordo com Mantovani et al (1999), a dose de grafite indicada para uso no depósito é de, no mínimo, 4 g/kg de sementes.

O sorgo pode ser plantado por dois processos básicos: convencional e direto na palha (PD). No processo convencional, o solo é arado, gradeado, desterrado e nivelado, enquanto que no processo de semeadura direta o revolvimento do solo é localizado apenas na região de deposição de fertilizante e semente.

Qualquer que seja o processo de semeadura, alguns cuidados devem ter sido tomados com relação à correção da acidez e do alumínio tóxico, bem como com o controle de plantas daninhas e insetos praga do solo.

## A regulagem do equipamento de plantio

### Semeadoras com disco de plantio

As recomendações técnicas para o estande final podem variar de 140 a 170 mil plantas por hectare, conforme a cultivar, com um espaçamento entre linhas, variando de 40 cm a 90 cm, em função da região. Para o cálculo do número de sementes por hectare, precisa-se corrigir primeiro o valor do estande final em função do poder germinativo. No caso de semente comercial, geralmente, este valor se encontra na embalagem.

Se por exemplo, o estande final desejado é de 150.000 plantas e o poder germinativo é de 90%, a densidade de plantio passará a ser:

$$\frac{150.000}{90} = 166.667 \text{ sementes}$$

Considerando que durante o ciclo de uma cultura poderá ocorrer ataque de pragas, doenças na semente, falta d'água e até danificações mecânicas no plantio, o estande será ainda mais prejudicado. Além disso, as rodas motrizes das semeadoras causam redução de distribuição de sementes por patinagem e em situações de plantio direto, onde há excesso de palha na superfície, palhada mal distribuída, microrrelevo irregular, normalmente associados a solo com maior teor de umidade do que o adequado, pode haver uma redução na densidade de plantio. Nestes casos, é recomendável efetuar o plantio com uma densidade de sementes 10% acima do valor do estande inicial desejado.

No exemplo anterior, esse acréscimo seria de:

$$166.667 \times 10\% = 16.667 \text{ sementes}$$

Então, o número de sementes a ser semeadas para obter um estande final de 150.000 plantas será de:

$$166.667 + 16.667 = 183.334 \text{ sementes por hectares}$$

## Regulagem da distribuição de sementes nas semeadoras

### 1º Determinar o número de sementes por metro

Se queremos uma população final de 150.000 plantas por hectare, deveremos plantar 183.000 sementes. Se plantarmos com um espaçamento de 0,60 m, o número de sementes por metro será calculado da seguinte maneira:

Sendo 1 hectare = 10.000 metros quadrados e o espaçamento entre fileiras de 0,60 m, temos o equivalente a uma faixa de 0,60 metros por 16.667 metros lineares (10.000 dividido por 0,60). Se a densidade desejada é de 183.334 sementes em 16.667 metros lineares, em 1 metro deve ser colocada  $10,9 = 11$  sementes (183.334 dividido por 16.667), ou seja: 11 sementes a cada 10 metros.

Para calcular o número de sementes por metro linear, pode-se utilizar a seguinte fórmula:

$$\text{Número de sementes/m} = \frac{\text{Estande Inicial X Espaçamento}}{10.000}$$

No exemplo anterior:

$$\text{Número de sementes/m} = \frac{183.334 \times 0,60}{10.000} = 11 \text{ sementes / m}$$

## 2º. Checar os discos já existentes

Podemos classificar as semeadoras em termos de regulagem de dois tipos:

- máquinas com caixa de regulagem (engrenagens) e discos ou pratos;
- máquinas com somente discos ou prato.

Todos os fabricantes de semeadoras fornecem manuais de instruções com tabelas indicando o número de sementes distribuídas para cada tipo de disco e cada regulagem. Para as máquinas sem caixa de regulagem, basta escolher o disco com as características mais próximas do desejado e testá-lo:

- rodando com a semeadora no chão e depois medindo o número de sementes por metro linear;
- ou, com a semeadora levantada, fazer girar a roda motriz, por exemplo 10 vezes, e recolher as sementes. Neste caso, é preciso medir o diâmetro da roda para calcular o seu perímetro.

Por exemplo:

- Diâmetro da roda = 0,83 m
- Número de giros = 10
- Número de sementes recolhidas = 350
- Perímetro da roda =  $p(\text{PI}) \times \text{diâmetro da roda} = 3,1416 \times 0,83 \text{ m} = 2,60 \text{ metros}$
- Distância percorrida:  $2,60 \text{ m} \times 10 = 26 \text{ metros}$

$$\text{Número de sementes por metro} = \frac{350}{26} = 13,46 \text{ sementes}$$

Se o número de sementes encontrado não for satisfatório, testar outro disco (máquina sem caixa de engrenagem) ou mudar a relação de engrenagens (máquina com caixa de engrenagem). Mas nem sempre é encontrado à disposição o disco ideal para plantio. Neste caso, a solução é furar um disco virgem e adaptá-lo para a densidade de plantio desejada.

**Autores deste tópico:** Evandro Chartuni Mantovani, Paulo Motta Ribas

## Plantas daninhas

### Introdução

A produção mundial de sorgo (*Shorgum bicolor* (L.) Moench) foi projetada para o ano de 2013 em 52 milhões de toneladas. No Brasil, houve aumento na safra de sorgo colhida em 2014 (2.303,4 mil t) ao redor de 9,6% em relação à safra anterior.

As maiores produtividades obtidas com a cultura do sorgo no Brasil nos últimos anos deve-se ao aumento no uso de tecnologias, como os herbicidas, dentre outras. Isso porque as plantas daninhas têm grande importância por causa do alto grau de interferência (ação conjunta da competição e da alelopatia) imposto à cultura. Ao contrário dos ataques de pragas e doenças, ocasionados normalmente por uma ou poucas espécies, a infestação de plantas daninhas é representada por muitas espécies, emergindo em épocas diferentes e dificultando sobremaneira o seu controle. O crescimento lento do sorgo nos estádios iniciais torna-o susceptível às plantas daninhas. Na cultura do sorgo, o controle de plantas daninhas apresenta-se como problema. É mais comumente estudado o período a partir do plantio ou da emergência em que a cultura deve ser mantida livre da presença da comunidade infestante para que a produção não seja afetada quantitativa e/ou qualitativamente. Na prática, este deve ser o período em que as capinas ou o poder residual do herbicida devem cobrir.

Relatos da literatura indicam que, não havendo o controle das plantas daninhas nas quatro primeiras semanas após a emergência do sorgo granífero, pode ocorrer uma redução na produção de grãos da ordem de 35%. Em caso de não se empregar nenhum método de controle, esta redução pode chegar a aproximadamente 71%. A redução na produtividade de sorgo granífero foi de 52,4%, mantendo a cultura sem capina até 42 dias após semeadura, mas quando mantida no limpo até 26 dias após semeadura, a redução foi de 41,7%, em relação à produção da testemunha no limpo, indicando a necessidade de controle do mato entre 26 e 42 dias. Em terras baixas de clima temperado, o controle das plantas daninhas na cultura do sorgo deve ser realizado no período entre a emissão da terceira e a da sétima folha, ou seja, em torno de 20 dias no verão e de 30 dias em plantios tardios.

Sugere-se priorizar o uso do manejo integrado de plantas daninhas, ou seja, a utilização conjunta de vários métodos de manejo na cultura do sorgo. Isto propicia racionalização no uso dos recursos de produção e aproveitamento dos benefícios das plantas daninhas, evita danos ao ambiente e permite à cultura expressar sua máxima produtividade.

Os principais métodos de controle de plantas daninhas na cultura do sorgo são:

### Método preventivo

O controle preventivo tem como objetivo evitar a introdução ou a disseminação de plantas daninhas na área de produção. A introdução de novas espécies geralmente ocorre através de sementes contaminadas, máquinas agrícolas e animais. O uso de sementes de qualidade e de boa procedência, livres de sementes de plantas daninhas, a limpeza de máquinas e equipamentos agrícolas antes de movimentá-los de um campo para outro e a interrupção do ciclo reprodutivo das invasoras em cercas, pátios, estradas, terraços, canais de irrigação ou em qualquer outro lugar da propriedade são técnicas recomendadas para evitar a disseminação das plantas daninhas. Baixa infestação dessas plantas permite um manejo mais fácil e mais eficiente, possibilitando que a cultura do sorgo tenha um melhor crescimento e desenvolvimento.

## Método cultural

O método cultural deve ser utilizado como uma técnica de manejo importante, pois em relação aos demais possui baixo custo e faz parte, naturalmente, dos sistemas de produção. O método cultural visa a aumentar a capacidade competitiva das plantas de sorgo em relação às plantas daninhas. Para isso, podem ser empregados: espaçamento reduzido entre as fileiras de plantio; maior densidade de semeadura; época adequada de plantio; variedades adaptadas às regiões de cultivo; coberturas mortas; adubações adequadas.

## Método mecânico

### Capina manual

É um método amplamente utilizado em pequenas propriedades (1 a 2 ha): utilizam-se duas a três capinas com enxada durante os primeiros 40 a 50 dias após o plantio. A partir daí, o crescimento do sorgo contribuirá para a redução das condições favoráveis à germinação e ao crescimento/desenvolvimento das plantas daninhas. A capina deve ser realizada no solo seco, preferencialmente em dias quentes. Cuidados devem ser tomados para evitar danos às plantas, principalmente às suas raízes. Esse método de controle demanda grande quantidade de mão de obra, visto que a produtividade dessa operação é de aproximadamente 8 dias/homem por hectare.

### Capina mecânica

Cultivadores (tracionados por animal ou trator) ainda são equipamentos utilizados no controle de plantas daninhas na cultura do sorgo. O cultivo mecânico apresenta as desvantagens de causar danos ao sistema radicular e não eliminar as plantas daninhas na fileira de plantio. O cultivo mecânico é incompatível também com o sistema de plantio direto, ficando restrito aos plantios no sistema convencional de aração e gradagem. Em relação à capina manual, tem a grande vantagem de maior rendimento operacional - de 0,5 a 1 dia/homem por hectare no caso de tração animal e de 1 a 2 dias/homem por hectare com trator.

## Controle químico

O método de controle químico consiste na utilização de produtos herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle das plantas daninhas. Em alguns casos, as Secretarias Estaduais de Agricultura podem baixar portarias proibindo o uso de determinados produtos. Para eficiente controle químico deve-se conhecer a seletividade do herbicida para a cultura, a sua eficiência no controle das principais espécies daninhas presentes na área cultivada e o efeito residual no solo para evitar problemas de fitotoxicidade nas culturas utilizadas em sucessão ou em rotação. O herbicida registrado para o sorgo é atrazina, que foi estudado e desenvolvido primariamente para sorgo granífero. Para o sorgo sacarino, deve-se observar as dosagens por causa da possibilidade de tolerância ao herbicida. O sorgo sacarino é o menos tolerante a herbicidas e é também o menos estudado.

O uso de herbicidas, por ser uma operação de maior custo inicial, é indicado para lavouras médias e grandes, com alto nível tecnológico, em que a expectativa é de alta produtividade. O tamanho da área plantada com sorgo no Brasil associado à frequente baixa rentabilidade da cultura pode ser causa do baixo número de princípios ativos com ação herbicidas registrados para essa cultura. A aplicação de herbicidas representa uma solução viável para o controle de plantas daninhas no período em que elas mais competem com o sorgo. O seu uso está vinculado aos cuidados normais recomendados nos rótulos pelos fabricantes e à assistência de um técnico responsável. Embora seja o método de controle que mais vem crescendo ultimamente, o controle químico, se utilizado indiscriminadamente, pode vir a causar problemas de contaminação ambiental e seleção de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Cuidados adicionais devem ser tomados com o descarte de embalagens, armazenamento, manuseio e aplicação dos herbicidas.

Os herbicidas registrados no Ministério da Agricultura para o uso na cultura do sorgo estão apresentados na Tabela 1. Salientamos que formulações de produtos à base de dicloreto de paraquate, paraquat, simazina e 2,4-D, apesar de apresentarem seletividade e relatório de eficiência de uso na cultura do sorgo, ainda encontram-se sem registro no Ministério da Agricultura.

**Tabela 1.** Herbicidas recomendados e registrados para o controle pré e pós-emergente de plantas daninhas na cultura do sorgo.

Princípio ativo	Produtos comerciais	Dose (kg/ha)	Aplicação
Atrazine	Atranex WG	2,0 a 3,0	PÓS
	Atrazina Nortox 500 SC	3,0 a 6,5	PRÉ e PÓS <sup>1</sup>
	Coyote WG	2,0 a 3,0	PÓS
	Gesaprim GrDa	2,0 a 3,0	PRÉ e PÓS
	Gesaprim 500	4,0 a 5,0	PRÉ e PÓS <sup>2</sup>
	Herbitrin 500 BR	4,0 a 5,0	PÓS inicial <sup>4</sup>
	Proof	4,0 a 5,0	PRÉ e PÓS <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pós-semeadura da cultura.

<sup>2</sup> Condição de aplicação (pré ou pós) depende da espécie da planta daninha.

<sup>3</sup> Aplicar quando as plantas estiverem com 2 a 4 folhas.

<sup>4</sup> Não deve ser aplicado na condição de pré-emergência.

Fonte: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2013).

Os herbicidas do grupo das triazinas (atrazine) são utilizados na cultura do sorgo, sobretudo para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas (folhas largas) e algumas gramíneas (folhas estreitas). Atrazine está registrado para a modalidade de uso em pré-emergência e também para pulverizações em pós-emergência precoce. Em plantas sensíveis a esses herbicidas, há a germinação das sementes. Porém, quando as plântulas emergem do solo e recebem luz, são desencadeadas reações que afetam a fotossíntese e que levarão à morte da plântula. As plantas suscetíveis, quando pulverizadas na presença de luz, morrem mais rapidamente do que aquelas que forem pulverizadas no escuro, ou seja, na ausência de luz. Além da fotoxidação da clorofila que provoca a clorose foliar, também ocorrem rompimentos na membrana citoplasmática celular em consequência da peroxidação de lipídios, que é ocasionada pela ação dos radicais tóxicos (clorofila triplet e oxigênio singlet). Os produtos comerciais contendo atrazina disponíveis no mercado registrados para o uso na cultura do sorgo apresentam as seguintes características:

1 - **Atrazina Nortox 500 SC** deve ser aplicado em pré-emergência e pós-semeadura. Usa-se 3,0 L ha<sup>-1</sup> p.c. em solo leve, 5,0 L ha<sup>-1</sup> em solo médio e 6,5 L ha<sup>-1</sup> p.c. em solo pesado. Esse herbicida deve ser aplicado sobre o solo bem preparado, livre de torrões, resíduos, detritos e contendo um bom teor de umidade para a sua melhor ação herbicida. A umidade do solo é importante para a ativação do herbicida. Não aplique o produto com o solo seco.

2 - **Coyote WG** está registrado para a aplicação em pós-emergência (plantio direto e convencional), para o sorgo, na dose de 2 a 3 kg ha<sup>-1</sup>. Recomenda-se aplicação de doses maiores para as plantas daninhas com maior estágio, ou seja, nas plantas daninhas até o estágio de 2 folhas, a dose é de 2 a 3 kg ha<sup>-1</sup>. No estágio de até 3 folhas, a dose é de 3 kg ha<sup>-1</sup>. Adicionalmente, deverá ser observado o estágio ideal para cada tipo de espécie presente na área. Na presença de algumas gramíneas (*Brachiaria plantaginea*; *Digitaria horizontalis*; *Eleusine indica*; *Triticum aestivum* e *Avena strigosa*) é indispensável a adição de 1,0 L ha<sup>-1</sup> de óleo vegetal. Para as demais espécies, a adição do óleo vegetal pode melhorar a obtenção de melhores resultados de eficiência. Na presença das espécies dicotiledôneas (folhas largas), não necessariamente deverá ser adicionado o óleo vegetal, por causa da maior suscetibilidade das espécies quanto a ação em pós-emergência, porém, a adição do óleo vegetal poderá aumentar a eficiência, principalmente para as menores doses ou em estádios mais desenvolvidos ou caso esteja ocorrendo período de estiagem, desde que seja possível a aplicação do herbicida em pós-emergência.

3 - **Gesaprim 500** tem recomendação de aplicação na pré-emergência das plantas daninhas logo após o plantio da cultura do sorgo, devendo-se aplicar a dose de 4,0 a 5,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (p.c.) em solo médio e pesado. Não é recomendado para solo arenoso na pré-emergência para a cultura do sorgo. Na pós-emergência, recomenda-se aplicar de 4,0 a 5,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (p.c.) através de tratamento em área total com sorgo germinado e porte aproximado de 15 cm em solo arenoso, médio e pesado. Em solos arenosos, recomenda-se priorizar aplicação em pós-emergência.

4 - **Gesaprim GrDa** é aplicado na pré-emergência do sorgo e das plantas daninhas na dosagem de 2,0 a 2,5 kg ha<sup>-1</sup> em solos médios e pesados. Não é recomendado em solos de textura arenosa. Na aplicação do produto em sistema de preparo convencional, o solo deve estar bem preparado, livre de torrões. Não aplicar o produto em solo seco. Em condições de pós-emergência, aplicar de 2,5 a 3,0 kg ha<sup>-1</sup> em solos leves, médios e pesados com plantas daninhas no estágio de 2 a 4 folhas. Na pós-emergência precoce a inicial, aplicar o produto em área total quando a cultura atingir a partir de aproximadamente 15 cm de altura. Esta modalidade pós-emergente representa alternativa para aplicação em solos arenosos. Sintomas leves de fitotoxicidade poderão ocorrer, caracterizados por pequenas necroses nos ápices das folhas, sintomas estes que desaparecem em condições normais nos próximos 15 dias. Pode-se adicionar 1,5 L ha<sup>-1</sup> de óleo mineral à calda.

5 - **Atranex WG** deve ser aplicado na pós-emergência do sorgo e das plantas infestantes na dose de 2 a 3 kg ha<sup>-1</sup> observando-se o estágio ideal para cada tipo de espécie presente na área. Para as aplicações em pós-emergência é indispensável a adição de óleo vegetal a 1,0 L ha<sup>-1</sup>, na presença das espécies gramíneas, por causa tanto da maior tolerância à ação do herbicida quanto à absorção do produto através das folhas. Na presença das espécies dicotiledônea (folhas largas), não necessariamente deverá ser adicionado o óleo vegetal, em razão da maior suscetibilidade das espécies quanto a ação em pós-emergência, porém, a adição do óleo vegetal poderá aumentar a eficiência, principalmente para as menores doses ou em estádios mais desenvolvidos ou caso esteja ocorrendo período de estiagem, desde que seja possível a aplicação do herbicida em pós-emergência. Quando aplicar em

pós-emergência, deve-se sempre observar o estágio recomendado das plantas infestantes na área, observando se as plantas estão estressadas por estiagens prolongadas. No entanto, para obtenção dos melhores resultados em pré-emergência ou após ela, há mais fatores a serem considerados, tais como: os tipos de espécies, pois algumas são extremamente sensíveis e outras são mais tolerantes; a profundidade de germinação, pois algumas germinam em camadas superficiais e outras em camadas mais profundas; as épocas mais apropriadas para a germinação de cada espécie; as condições climáticas; e a densidade populacional das espécies.

6 - **Herbitrin 500 BR** é herbicida seletivo, sistêmico, para uso em pós-emergência inicial das plantas infestantes e do sorgo na dosagem de 4 a 5 L ha<sup>-1</sup>. Para o sorgo, este herbicida não deve ser utilizado na pré-emergência. Em solos com alto teor de matéria orgânica, bem como alto potencial de infestação de plantas infestantes, utilizar as dosagens maiores, principalmente em aplicações na pós-emergência inicial, 2 a 3 folhas para as gramíneas e 2 a 6 folhas para as folhas largas, com a ressalva de que, em casos extremos, poderá haver a necessidade de se realizar controle complementar. Essa modalidade de uso apresenta melhor eficiência no controle, oferecendo uma maior elasticidade de aplicação em relação ao plantio, em que poderão ocorrer condições mais propícias para melhor funcionamento. Na pós-emergência, os melhores resultados foram obtidos quando o produto foi aplicado quando as plantas infestantes de folhas estreitas encontravam-se no estágio de 1 a 3 folhas. Na aplicação de pós-emergência, deve ser adicionado 0,5 a 1,5 L ha<sup>-1</sup> de óleo vegetal agrícola. Na aplicação em pós-emergência inicial, o produto pode ser aplicado em qualquer estágio da cultura, pois o que deve ser observado é o estágio recomendado para as plantas infestantes. Fazer uma aplicação durante o ciclo do sorgo, quando a infestação for considerada normal. Podem ser feitas aplicações sequenciais com redução de dose, quando a infestação for considerada muito alta, ou aplicação da dose normal com posterior complemento.

7 - **Proof** é um herbicida seletivo, recomendado para o controle de plantas infestantes na pré e pós-emergência precoce a inicial, nas culturas de sorgo, na dose de 4 a 5 L ha<sup>-1</sup>. Deve-se aplicá-lo na pré-emergência com um tratamento em área total, logo após o plantio do sorgo, somente nos solos de textura média e pesada. Não aplicar na pré-emergência da cultura do sorgo, nos solos arenosos. O solo deve estar bem preparado, livre de torrões e restos de culturas, condições estas ideais para a aplicação do herbicida. O solo deve estar úmido durante a aplicação deste herbicida. Não aplicar o herbicida com o solo seco, principalmente se antecedeu um período de estiagem prolongado, que predispõe as plantas infestantes ao estado de estresse por deficiência hídrica, comprometendo o controle. Em condições de plantio direto, aplicar o Proof somente após a operação de manejo, visando a completa dessecação das plantas infestantes. A aplicação na pós-emergência precoce a inicial das plantas infestantes deve ser através de tratamento em área total com o sorgo germinado e porte aproximado de 15 cm, e as plantas infestantes indicadas nos respectivos estágios de desenvolvimento observados na tabela de "recomendações de uso". Esta modalidade de aplicação pós-emergente em sorgo é particularmente recomendada nos solos de textura arenosa. O herbicida citado acima tem grande eficiência no controle de folhas largas (dicotiledôneas) e pouca ação sobre gramíneas anuais. O uso de atrazine em pós-emergência precoce, coadjuvado com um óleo mineral (Assist, e mistura de tanque), tem aberto a possibilidade de se conseguir o controle de gramíneas anuais em estágios antes do perfilhamento.

As várias formulações de herbicidas contendo atrazina disponíveis no mercado permitem-nos a escolha de um produto que forneça menor custo por área por causa das variações na dosagem recomendada por tipo de solo. Por exemplo, para a aplicação em condições de pré-emergência em solo pesado, há variação na recomendação de 3 a 6,5 L ha<sup>-1</sup>. A decisão na escolha pela formulação do produto será influenciada pela concentração de ingrediente ativo no produto formulado e pelo preço do produto.

## Controle de plantas daninhas tardias para beneficiar a colheita

A aplicação dirigida de herbicidas nas entrelinhas do sorgo tem um caráter complementar e o objetivo principal é melhorar as condições de colheita, ajudando o controle das chamadas plantas daninhas tardias. Com o advento das aplicações sequenciais, em que as dosagens dos herbicidas são

diminuídas, a aplicação dirigida de herbicidas nas entrelinhas do sorgo complementa a aplicação feita na pré-emergência ou nas fases da pós-emergência.

Esses herbicidas são aplicados nas entrelinhas do sorgo, de forma que o jato do pulverizador atinja somente as folhas baixas e não atinja as folhas de cima do sorgo. Para que isso seja possível, as plantas devem estar no estágio acima de quatro pares de folhas (pós-emergência avançada), com uma altura mínima de 40 a 50 cm. Os herbicidas usados nessa operação não são seletivos para o sorgo e podem causar danos à planta se a pulverização não for direcionada. A pulverização dirigida pode ser feita com um pulverizador costal, aplicando-se o herbicida nas manchas de maior infestação, ou em casos de grandes lavouras, com um pulverizador de barra tratorizado.

Para a aplicação tratorizada, recomenda-se o uso de uma barra especial com pingentes de mola que permitam baixar os bicos e dirigir o jato para a base das plantas ou com protetores para evitar a aplicação do herbicida nas plantas do sorgo. Essa é uma operação limitada pela altura das plantas de sorgo. Se o sorgo estiver muito alto, a barra do pulverizador pode causar o quebramento da planta.

Essa modalidade de controle já tem sido adotada e alguns equipamentos já estão disponíveis no mercado. Entre os produtos mais comumente utilizados, estão os herbicidas à base de paraquat (este produto não apresenta registro para esta cultura), que têm ação de contato e não apresentam efeito residual. Cuidados devem ser tomados com a aplicação de herbicidas sistêmicos não seletivos, evitando o contato do produto com a planta de sorgo.

## Controle de plantas daninhas na condição de "safrinha"

A planta de sorgo adapta-se a uma ampla variação de ambientes e produz sob condições desfavoráveis à maioria dos outros cereais. Em razão da sua resistência à seca, o sorgo é considerado como um dos cultivos mais aptos para as regiões semiáridas. Suas características permitem ampliar a época de plantio, que se estende desde o mês de setembro até março, para as condições do Centro-Sul brasileiro, despertando muito interesse pela semeadura em sucessão às culturas precoces de verão, como exemplo, a soja. Além disso, a planta de sorgo produz grande quantidade de palhada, com elevada relação C/N, o que torna a sua decomposição mais lenta. Estas características do sorgo o potencializam para o cultivo na "safrinha", proporcionando maior sustentabilidade ao sistema de plantio direto após sua colheita. Nesta cultura, existem genótipos que, por sua vez, se comportam de maneira diferenciada, seja na produtividade de grãos seja no ciclo vegetativo, ou em outras características. O cultivo em condições de safrinha caracteriza-se por pouca ou nenhuma utilização de insumos, incluindo herbicidas. Salienta-se que, em razão da época de plantio para produção da safrinha, tem-se observado menor incidência de plantas daninhas. A atrazina é o herbicida mais comumente utilizado, em geral, em pós-emergência. É comum a ocorrência de problemas de resíduo de herbicidas provenientes das culturas de verão (geralmente da soja, do algodão ou do milho) na cultura do sorgo em condições de safrinha. Diante disso, é importante ter informação sobre o período residual dos produtos utilizados na cultura de verão e seu potencial de causar danos às plantas de sorgo.

## Efeito Residual de Herbicidas na Cultura do Sorgo

O efeito residual de herbicida, indicado pela sua persistência no solo é função da interação entre sua estrutura química, das condições de solo (pH, teor de matéria orgânica, umidade do solo), de clima (precipitação, temperatura), do manejo do solo e da dose inicial. Os herbicidas podem ser totalmente degradados ou deixar resíduos no solo, que prejudicam o crescimento e o desenvolvimento das culturas em sucessão.

O sorgo cultivado na "safrinha" após milho convencional pode apresentar problemas de crescimento na presença de resíduos de pendimethalin, trifluralin, s-metolachlor.

O sorgo cultivado na "safrinha" após soja convencional pode ter crescimento afetado por resíduos de diclosulam aos 115 dias após a aplicação na soja. Resíduo de imazethapyr aos 97 dias após aplicação na soja também afeta o sorgo. O efeito residual do imazaquin aplicado na soja sobre sorgo demonstra ser variável com valores entre 49 e 58 dias. A cultura do sorgo apresentou elevada sensibilidade a atividade residual de sulfentrazone aos 115 dias após sua aplicação. Resíduos deste herbicida, de diclosulam e imazethapyr na dose de 0,100 kg ha<sup>-1</sup> quando cultivado após a colheita da soja afetaram o crescimento do sorgo. Apesar de reduzido, o flumioxazin aplicado na soja tem potencial de deixar resíduo para sorgo em sucessão.

Recentemente, novo cenário do sorgo cultivado na "safrinha" após a soja RR elimina as possibilidades de resíduo de herbicidas. No entanto, nas áreas de soja que demandam aplicação em associação com o glifosato (por exemplo, áreas com presença de plantas daninhas resistentes ao glifosato) necessita-se observar o período residual do herbicida antes da sua escolha. Nesta situação, deve-se ter especial atenção aos produtos com ação graminicida (exemplo: pendimethalin, trifluralin), pois muitos desses herbicidas não apresentam estudos de efeito residual para sorgo. Além da susceptibilidade do sorgo ao trifluralin, resíduos deste herbicida acumulados ao longo de várias aplicações podem reduzir o sistema radicular do sorgo e, conseqüentemente, a sua produtividade.

Sorgo cultivado em sucessão à cana-de-açúcar que recebeu aplicação de diuron pode apresentar maior número de plantas anormais na germinação.

## Como escolher o dessecante correto para o plantio direto

O uso de sistemas conservacionistas que reduzem o impacto das atividades agrícolas tem sido amplamente divulgado; dentre eles, o sistema de plantio direto. Para que o plantio direto seja realizado, há necessidade de que o solo não seja revolvido, que o sistema apresente uma camada de cobertura vegetal e haja rotação de culturas. Há necessidade do cultivo de planta de cobertura na primavera para a produção de palhada ou o manejo dos restos culturais e das plantas daninhas provenientes do período de entressafra. Em ambas as situações, este manejo pode ser realizado através de métodos mecânicos, como o rolo-faca, o picador de palha ou a roçadeira ou, ainda, através da dessecação com herbicidas, conhecidos como dessecantes.

Após a colheita da lavoura, tem sido observada a presença de plantas daninhas que, se não controladas, irão crescer e produzir sementes, aumentando o banco de sementes do solo. Para evitar ou minimizar o aumento da população de plantas daninhas existentes, o controle deve ser feito antes que estas plantas produzam sementes. O manejo após a colheita contribui para a não proliferação das plantas daninhas, facilitando o controle destas nas safras subsequentes. No sistema de plantio direto, há necessidade de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto, o que significa que áreas destinadas às culturas de primavera-verão não devem permanecer em pousio durante o inverno. Por causa do alto custo do plantio de planta de cobertura na primavera para a produção da palhada, associado ao tempo necessário para a produção dela, é comum os produtores fazerem a dessecação do mato proveniente da entressafra e subsequente plantio, caracterizando a chamada semeadura direta.

Além de alternativa para aumentar a rentabilidade do produtor, a produção de grãos na safrinha tem sido uma alternativa para proporcionar adição de resíduo vegetal para formação de palhada para a entressafra.

As escolhas do dessecante e da dose a ser aplicada devem ser feitas de acordo com cada situação, dependendo principalmente da comunidade de plantas daninhas, ou seja, das espécies presentes na área, e do estágio de crescimento destas plantas. Geralmente, plantas perenes necessitam de doses maiores de dessecantes para que o controle seja adequado. Na maioria dos casos, os herbicidas utilizados para o manejo após a colheita são à base de

glyphosate, 2,4D, paraquat e paraquat + diuron. O diuron pode afetar a germinação e o crescimento de plantas de sorgo, especialmente em sucessão à cana-de-açúcar.

Quando a dessecação é realizada antes da cultura de verão, outros herbicidas têm sido aplicados para complementar o espectro de controle das plantas daninhas. Corriqueiramente, alguns produtores têm utilizado, além dos dessecantes, os herbicidas chlorimuron-ethyl, carfentrazone-ethyl, flumioxazin em complementação, ou a mistura formulada de glyphosate + imazethapyr. O uso destes herbicidas complementares deve estar associado ao sistema de plantio a ser implantado, visto que, em alguns casos, podem ocorrer efeitos residuais em culturas de sucessão, como para o sorgo. Resíduos de chlorimuron-ethyl, flumioxazin e imazethapyr afetam crescimento do sorgo.

Para que o herbicida atue de forma satisfatória, sua aplicação deverá ocorrer enquanto as plantas não estiverem em estresse hídrico, em temperatura ambiente no momento da aplicação nunca inferior a 10 °C e superior a 35 °C, sendo a temperatura ideal entre 20 °C e 30 °C. A umidade relativa do ar deverá estar de preferência entre 70% e 90%, evitando-se umidades relativas inferiores a 60%. Verificar sempre a possibilidade de ocorrência de chuvas após a aplicação, pois, se esta ocorrer, o produto poderá ser lavado das folhas, não tendo tempo suficiente para que ocorra a absorção pelas plantas. Cuidados especiais devem ser tomados também em relação à presença de ventos, não se aplicando qualquer defensivo agrícola com ventos superiores a 10 km h<sup>-1</sup>.

O agricultor deverá prestar atenção ao surgimento de plantas daninhas resistentes ou tolerantes, pois o uso continuado de herbicidas com o mesmo modo de ação poderá estar selecionando estas espécies. O manejo das espécies resistentes exige a utilização de herbicidas com diferente modo de ação, além da utilização de métodos culturais de controle de plantas daninhas. O agricultor deve sempre lembrar que, antes da aquisição de qualquer herbicida, deve-se fazer uma avaliação correta do problema e da necessidade da aplicação.

Não se deve adquirir herbicida algum sem receituário agrônomo e deve-se verificar a data de validade, evitando comprar produtos vencidos e com embalagens danificadas. A utilização de herbicidas deve ser acompanhada por um técnico responsável e os produtos utilizados devem estar registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e cadastrados na Secretaria de Agricultura de cada estado.

## **Normas gerais para o uso de defensivos agrícolas**

Antes da aquisição de qualquer herbicida, deve ser feita uma avaliação correta do problema e da necessidade da aplicação. Como mencionado no parágrafo anterior, não se deve adquirir defensivo agrícola algum sem receituário agrônomo. Deve-se verificar a data de validade, evitando-se comprar produtos vencidos e com embalagens danificadas. Embalagens vazias de defensivos devem ser retornadas a locais apropriados e definidos ( deve-se pedir orientação ao vendedor do defensivo).

No entanto, para obtenção dos melhores resultados, tanto em pré com em pós-emergência, há mais fatores a serem considerados, tais como: os tipos de espécies, já que algumas são extremamente sensíveis e outras são mais tolerantes; a profundidade de germinação, pois algumas germinam em camadas superficiais e outras em camadas mais profundas; as épocas mais apropriadas para a germinação de cada espécie; as condições climáticas; e a densidade populacional das espécies. As aplicações deverão ser realizadas nos períodos em que a temperatura do ar esteja entre 18 °C a 30 °C, umidade relativa do ar superior a 60% e velocidade dos ventos em no máximo 6,0 Km ha<sup>-1</sup>.

**Autores deste tópico:**Decio Karam,Maurilio Fernandes de Oliveira

## Doenças

A cultura do sorgo é suscetível a várias doenças, muitas das quais podem ser limitantes à sua produção, dependendo das condições ambientais e da suscetibilidade da cultivar. Dependendo também do ano e da região em que o sorgo é cultivado, pode ocorrer o ataque de patógenos causadores de doenças foliares e da panícula, de agentes causais de doenças sistêmicas, além de fungos de solo causadores de podridões radiculares e viroses. Dentre as doenças que afetam a cultura, no Brasil, podem ser citadas como mais importantes as seguintes: antracnose (*Colletotrichum sublineolum*), míldio (*Peronosclerospora sorghi*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), ferrugem (*Puccinia purpurea*), ergot ou doença açucarada (*Claviceps africana*) e a podridão seca (*Macrophomina phaseolina*). O míldio é considerado importante não somente pelos danos que causa ao sorgo, mas, também, pelos seus efeitos na cultura do milho.

## Doenças foliares

A grande diversidade de uso e a ampla faixa de condições ambientais em que é cultivado fazem com que o sorgo esteja sujeito ao ataque de numerosos agentes patogênicos. Nas regiões onde o sorgo é normalmente cultivado, as plantas podem se apresentar atacadas por 5-6 patógenos.

## Doenças causadas por fungos

### Antracnose

#### Importância e distribuição:

Esta é a doença mais importante do sorgo, estando presente em, praticamente, todas as áreas de plantio de sorgo do Brasil. As perdas na produção podem ser superiores a 70% .

#### Sintomas:

Lesões elípticas a circulares com até 5 mm de diâmetro, no centro das quais se desenvolvem pequenos centros circulares e de coloração palha, com margens avermelhadas, alaranjadas, púrpura-escuras ou castanhas, dependendo da cultivar. No centro das lesões, formam-se numerosos acérvulos que são a frutificação do patógeno (Figura 1A). A doença pode ocorrer também na nervura central da folha, onde são formadas lesões elípticas a alongadas de coloração variável, onde são formados os acérvulos em grande quantidade (Figura 1B). Em cultivares suscetíveis e condições ambientais favoráveis pode ocorrer a completa destruição de toda a parte aérea das plantas (Figura 1C).

Fotos: Luciano Viana Cota



**Figura 1.** Antracnose Foliar com lesões coalescentes (A), Antracnose na nervura central da folha (B) e plantas completamente necrosadas pelo ataque do patógeno (C).

**Epidemiologia:** As epidemias da antracnose são mais severas durante períodos prolongados de temperatura e umidade elevadas, principalmente se estas fases coincidem com a fase de formação dos grãos. *C. sublineolum* pode sobreviver como microesclódios, micélio e conídios em restos de cultura e em sementes infectadas. A disseminação do patógeno ocorre através de vento e de respingos de chuvas.

**Manejo da doença:** A principal medida de controle da antracnose é a utilização de cultivares resistentes. Entretanto, o uso da resistência genética é dificultada pela alta variabilidade apresentada pelo patógeno, o que pode determinar que a cultivar resistente seja superada pela rápida adaptação de uma nova raça do patógeno (Tabela 1). Outras estratégias de utilização e manejo da resistência genética, como utilização de resistência horizontal (Figura 2), misturas de genótipos, diversificação da população hospedeira através da produção de híbridos triplos a partir de linhagens contendo genes diferentes de resistência (Figura 3), rotação de genótipos contendo diferentes genes (Figura 4), têm sido estudadas e implementadas pela Embrapa Milho e Sorgo.

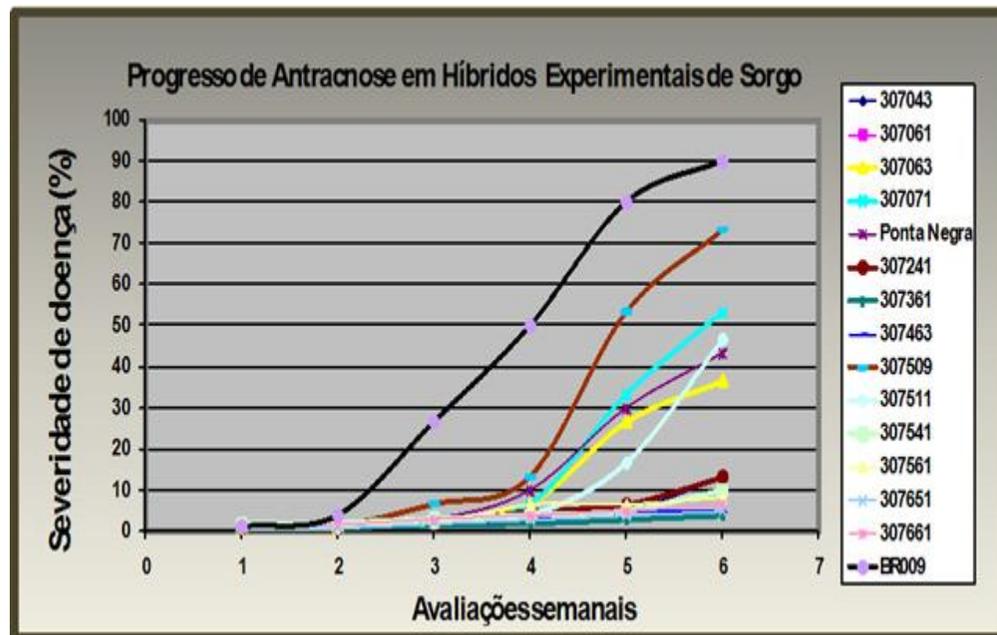
Estas estratégias, além de serem importantes para o manejo da doença, auxiliam na preservação da resistência genética presente em híbridos comerciais.

**Tabela 1.** Severidade da antracnose foliar (%) avaliada em híbridos de sorgo em experimentos conduzidos na safra 2008/2009 (Goiânia e Sete Lagoas) e safra 2009 (Jardinópolis, Rio Verde e Sete Lagoas).

Híbridos	Safra 2008/2009		Jardinópolis	Safra 2009	
	Goiânia	Sete Lagoas		Rio Verde	Sete Lagoas
Volumax	1,33 a*	2,67 a	0,42 a	1,67 a	1,00 a
DAS740	1,33 a	1,00 a	0,42 a	1,33 a	1,00 a
BRS655	1,33 a	1,67 a	0,00 a	10,00 a	9,33 b
BRS330	10,00 b	6,00 b	0,00 a	38,33 d	5,67 b
1G150	14,67 B	3,33 a	0,42 a	11,67 B	0,00 a
BRS308	13,33 b	6,33 b	1,25 a	22,33 c	1,67 a
BRS332	16,67 b	8,00 b	0,42 a	21,67 c	3,33 b
1F305	26,67 C	8,67 b	2,50 a	25,00 c c	3,33 b
SC283	28,33	5,00 a	1,67 a	23,33 c	18,33 c
DKB599	42,33 d	16,67 b	0,83 a	36,67 d	23,33 c
SHS500	56,00 d	51,67 c	7,50 b	90,00 f	28,33 c
P Negra	70,00 e	55,00 c	10,00 b	71,67 e	36,67 c
BRS310	73,00 e	41,67 c	2,92 a	85,00 f	36,67 c
BRS 304	90,00 f	88,33 d	16,25 b	96,67 g	93,35 d
BRS009	95,00 f	96,67 e	13,33 b	100,00 g	91,67 d

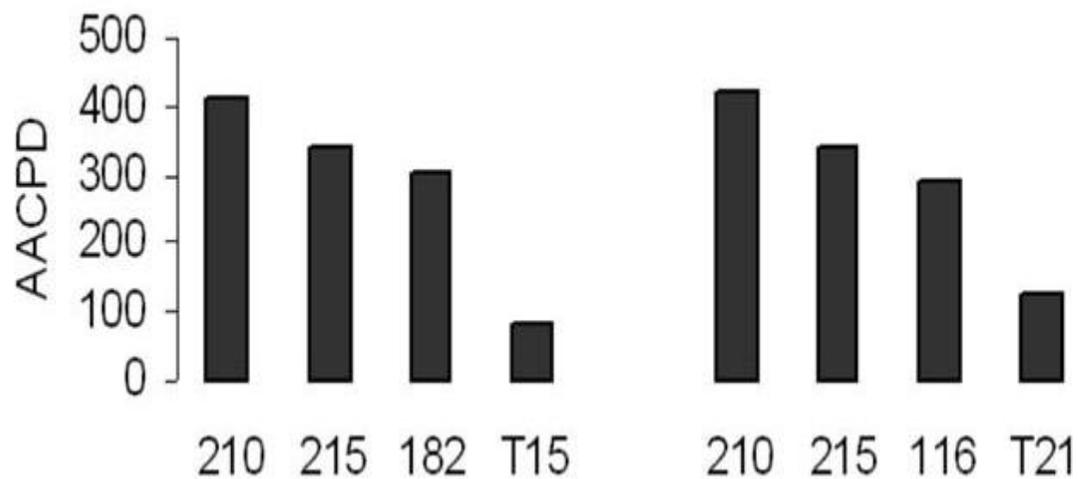
\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre-si pelo teste de Tukey (P=0,05).

Fonte: Silva et al., 2011.



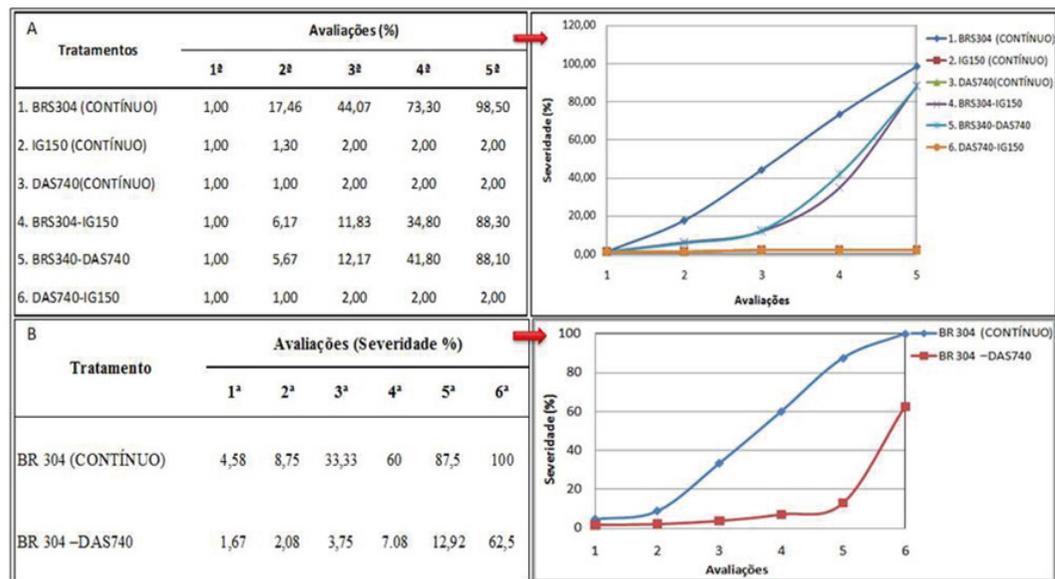
**Figura 2.** Curva de progresso da antracnose do sorgo em híbridos experimentais contendo diferentes níveis de resistência horizontal.

Fonte: Casela et al., 2009.



**Figura 3.** Comparação dos valores de Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) dos híbridos triplos T15 e T21 e as três linhagens utilizadas nos respectivos cruzamentos.

Fonte: Costa et al., 2012.



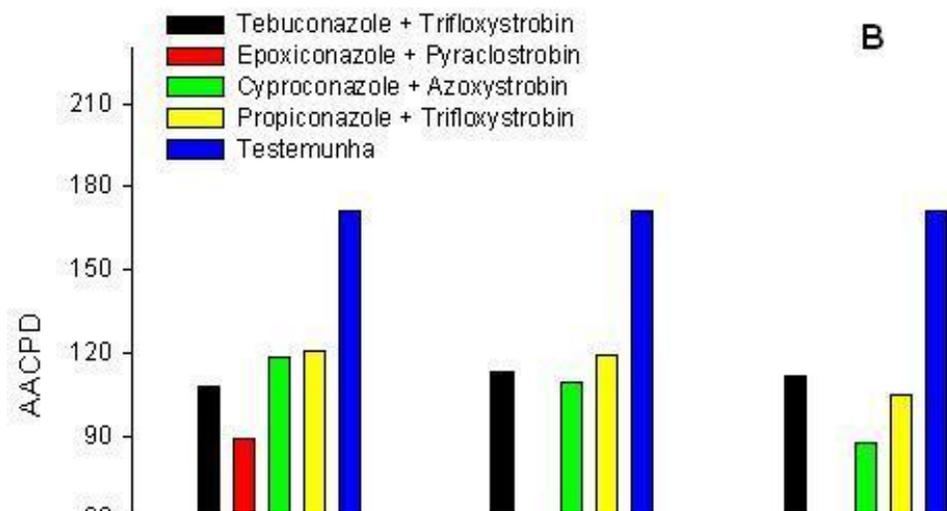
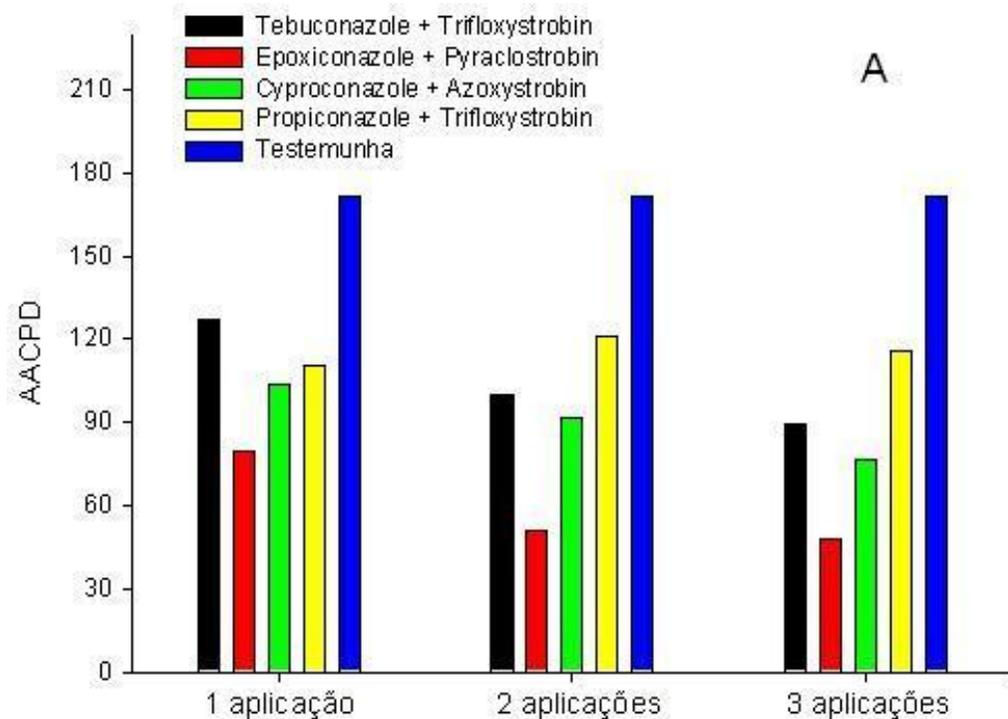
**Figura 4.** Curvas de progresso da antracnose do sorgo no genótipo BR 304, numa área cultivada, anteriormente, com ele próprio e com os genótipos DAS740 e 1G150. Fonte: Costa et al., 2010.

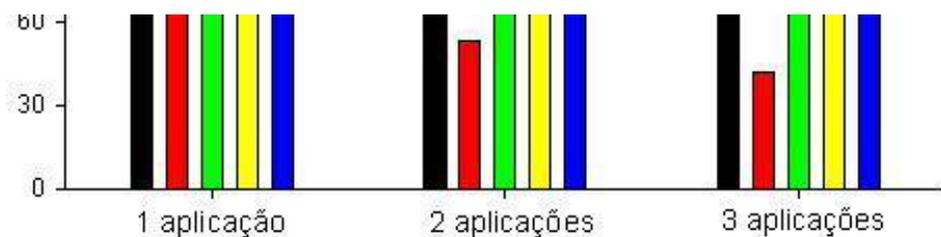
Além da resistência genética, outras medidas como a rotação de culturas e a eliminação de restos culturais e hospedeiros alternativos são importantes para a redução do potencial de inóculo do patógeno na área de plantio. Nas principais regiões produtoras do país, tem sido observado aumento da utilização de fungicidas para o manejo de doenças na cultura do sorgo, principalmente da antracnose e da helmintosporiose. Trabalhos realizados na Embrapa Milho e Sorgo demonstram que fungicidas à base de triazóis e estrobilurinas apresentam eficiência no manejo da antracnose. Vale ressaltar que não existem produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle de doenças foliares na cultura do sorgo.

### Avaliação da eficiência de fungicidas para o manejo da antracnose do sorgo

A antracnose é a principal doença do sorgo e, em virtude do fungo *C. sublineolum* apresentar alta capacidade adaptativa e suplantando, rapidamente, a resistência dos cultivares, a utilização de fungicidas tem se tornado frequente nas principais regiões produtoras do Centro-Oeste brasileiro. Considerando a inexistência de informação de pesquisa sobre a eficiência do controle químico, pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo têm avaliado a eficiência de fungicidas para o controle da antracnose. Na safra 2008/2009, foi avaliada a eficiência de quatro formulações comerciais: Tebuconazole + Trifloxistrobina (0,75 e 0,5 L/ha); Epoxiconazole + Pyraclostrobin (0,75 e 0,5 L/ha); Ciproconazole + Azoxistrobin (0,3 e 0,15 L/ha); e Propiconazole + Trifloxistrobina (0,8 e 0,4 L/ha), comparados com uma testemunha sem aplicação. Os fungicidas foram avaliados em uma, duas e três aplicações realizadas aos 45, 60 e 75 dias após a emergência, respectivamente. Todas as formulações avaliadas apresentaram eficiência em reduzir a severidade da doença quando comparadas à testemunha, resultando em incremento de produtividade (Figura 08). No entanto, a maior eficiência foi obtida com a aplicação de Epoxiconazole + Pyraclostrobin, seguido de Ciproconazole + Azoxistrobin, os quais resultaram menores valores de área abaixo da curva de progresso da doença e maiores incrementos de produtividade quando comparados aos demais tratamentos (Figuras 5 e 6). Duas e três aplicações resultaram melhores níveis de controle da doença, tanto na maior dose quanto na dose menor. A mistura Epoxiconazole + Pyraclostrobin na dose de 0,75 L/ha em

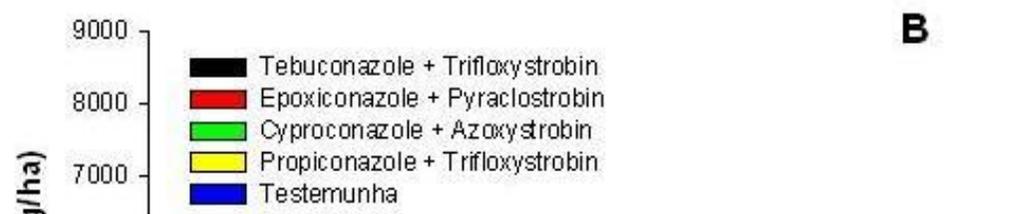
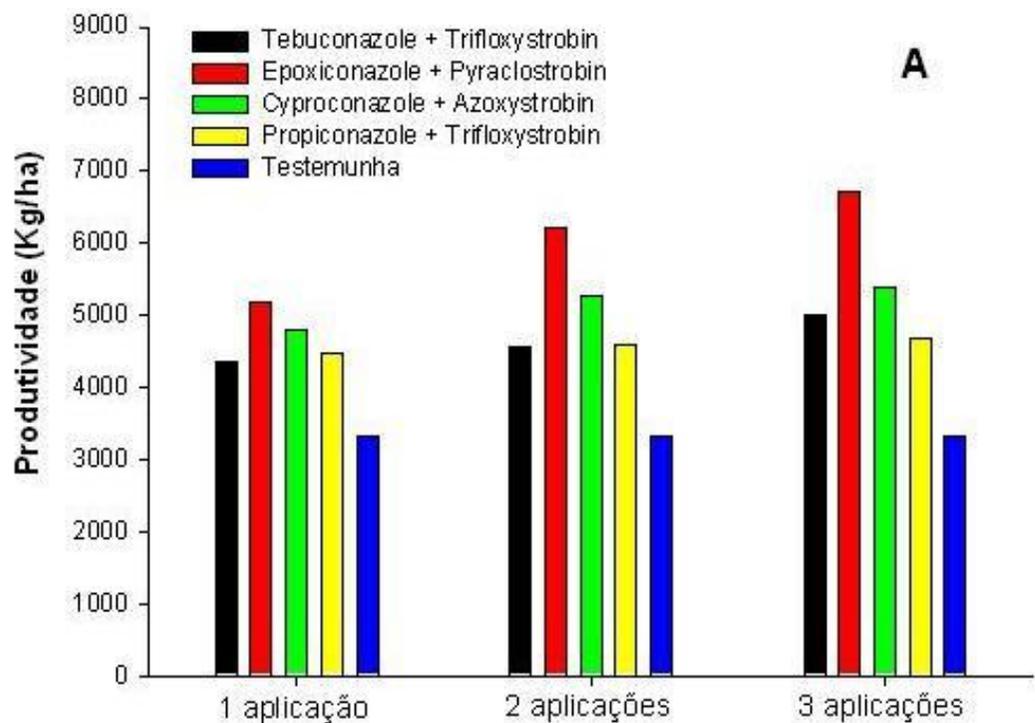
uma, duas e três aplicações resultou em aumento médio de 56, 87 e 101% na produtividade de grãos, respectivamente, quando comparados à testemunha. Na dose de 0,5 L/ha, o aumento médio na produtividade de grãos foi de 48, 74 e 85% com uma, duas ou três aplicações, respectivamente.

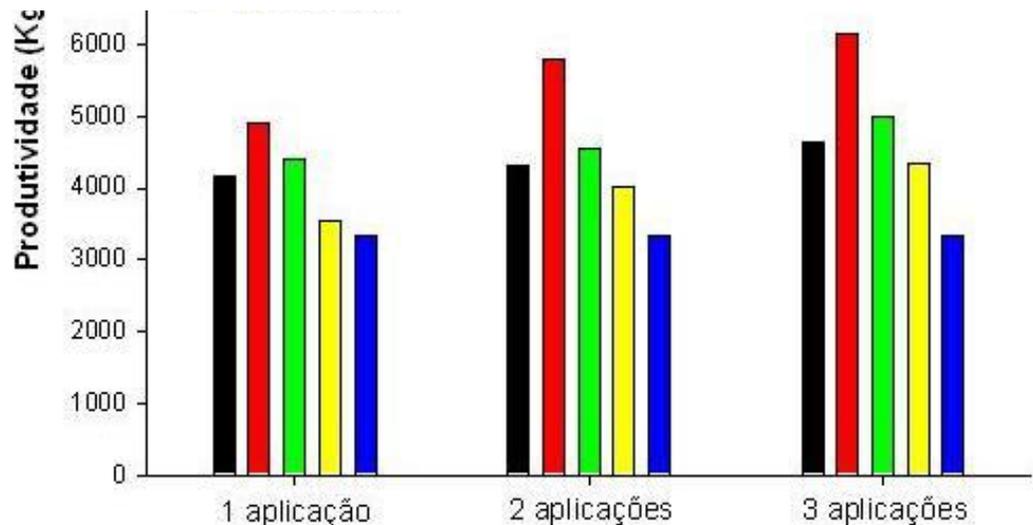




**Figura 5.** Efeito da aplicação de fungicidas na severidade da antracnose do sorgo (AACPD) em uma, duas ou três aplicações. A) maior dose; B) menor dose, conforme descrito no texto.

Fonte: Costa et al., 2009.





**Figura 6.** Efeito da aplicação de fungicidas em uma, duas e três aplicações na produção de grãos de sorgo. A) doses cheias; B) metade da dose, conforme descrito no texto.

Fonte: Costa et al., 2009.

Em experimentos conduzidos na safra 2010/2011, o fungicida Epoxiconazole + Pyraclostrobina foi eficiente em reduzir a intensidade da antracnose foliar no híbrido suscetível BRS304 (Figuras 7 e 8). Com duas aplicações a eficiência de controle foi maior com a maior dose utilizada, 0,9 l/ha. Com três ou quatro aplicações a eficiência de controle foi alta, independente da dose utilizada. Para o híbrido BRS310 (moderadamente resistente), a eficiência de controle foi alta para todos os números de aplicações e doses testadas (Figuras 4 e 5). Os valores de AACPD e severidade final foram maiores para os tratamentos sem aplicação de fungicidas para ambos os cultivares, exceto para o BRS304 com uma aplicação (Figura 9). O aumento no número de aplicações para três ou quatro aplicações não resultou em aumento da eficiência de controle da antracnose. Todas as doses utilizadas reduziram, de forma significativa, a severidade final e AACPD da doença quando comparadas ao tratamento testemunha, sem aplicação. O aumento da dose aplicada resultou em aumento da eficiência de controle apenas no híbrido mais suscetível BRS304 (Figura 9). Houve incrementos significativos da produção de grãos, quando comparado com a testemunha sem aplicação de fungicida, em todos os tratamentos e nos dois híbridos (Figura 10). No entanto, os incrementos de produção foram maiores no híbrido mais suscetível (BRS304). No híbrido BRS304, a mistura Epoxiconazole + Pyraclostrobina resultou em aumento médio de produção de 40, 52, 63 e 60% com uma, duas, três ou quatro aplicações, respectivamente, quando comparados com testemunha. No híbrido mais resistente BRS310, o controle químico resultou em aumento médio de 16, 18, 18 e 17% com uma, duas, três ou quatro aplicações, respectivamente, na produção quando comparados com a testemunha.

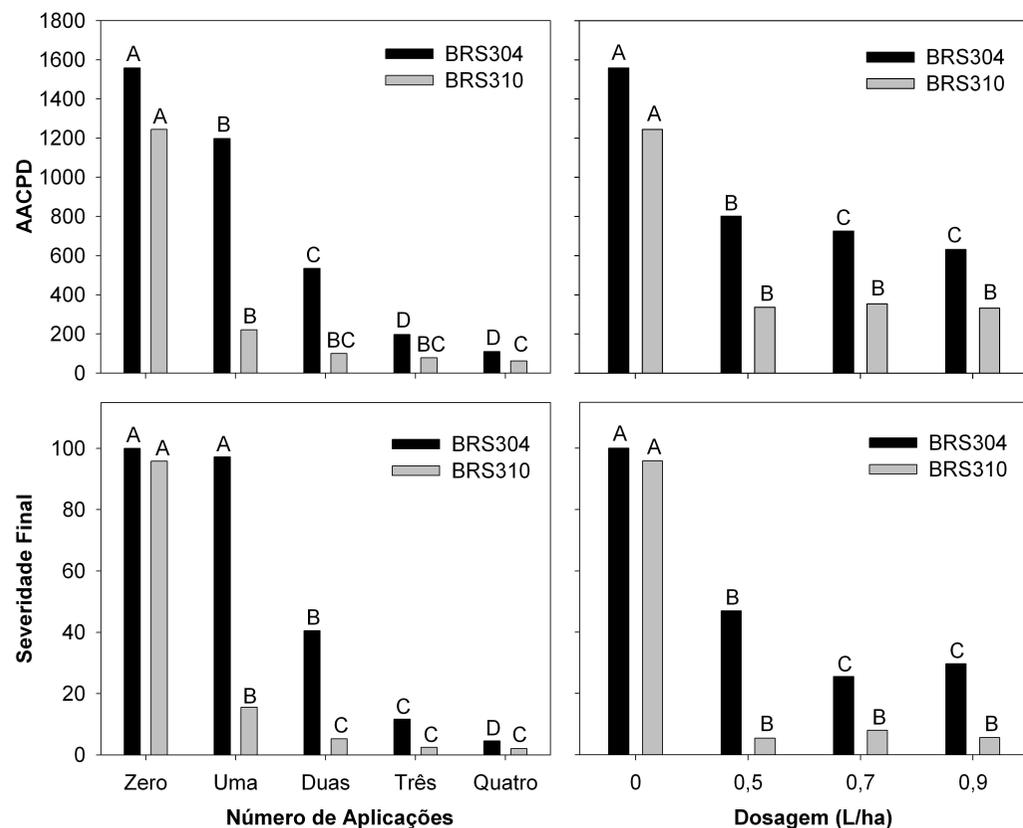
Considerando a eficiência de controle alcançada com duas aplicações de fungicida no primeiro experimento foi delineado o segundo experimento com o objetivo de avaliar o efeito da época de aplicação do produto em híbridos diferindo na resistência a antracnose. Avaliou-se também a eficiência da aplicação tardia para o manejo da doença. Em híbridos com alta suscetibilidade, como BRS304, uma aplicação realizada aos 45 ou 65 DAE não foi eficiente em reduzir a severidade da antracnose foliar (Figura 9). Em híbridos com nível moderado de resistência, uma aplicação realizada aos 45 ou 65 DAE foi eficiente em reduzir a intensidade foliar da doença. Duas aplicações, uma aos 45 e outra aos 65 DAE, foi eficiente em reduzir a severidade da antracnose, independente do nível de resistência presente nos híbridos (Figura 9). Nos híbridos com bons níveis de resistência, como o BRS308 e AG1060, a severidade da antracnose foi baixa em todos os tratamentos (menos de 14%), inclusive na testemunha sem aplicação (Figura 9). A redução na perda foi maior nos híbridos com nível alto e nível moderado de suscetibilidade a antracnose pra todos os tratamentos com aplicação de fungicidas

(Figura 10). Nos híbridos com alta resistência a antracnose, BRS308 e AG1060, a aplicação de fungicida não resultou em incremento de produção em relação à testemunha sem aplicação (Figura 10). O ganho médio de produção em relação à testemunha sem aplicação para os híbridos BRS304, MR43, BRS310 e DKB599 foi de 33, 18, 28 e 31%, respectivamente.

A época de aplicação (45 ou 65 DAE) teve pouco efeito na eficiência de controle da antracnose (Figura 9). Os ganhos produtivos com as aplicações realizadas aos 45 ou 65 DAE foram praticamente os mesmos (Figura 10). Estes resultados podem ser explicados pelo fato de aos 45 DAE já ser possível observar sintomas da doença no campo. Neste caso, a aplicação mais cedo reduziu o início da epidemia e as aplicações mais tardias tiveram efeito mais importante na taxa de progresso da doença por reduzir os ciclos secundários do patógeno. Quando foram realizadas duas aplicações, uma aos 45 e a segunda aos 65 DAE, houve redução significativa na severidade final da antracnose, principalmente nos híbridos mais suscetíveis (Figura 9). No entanto, não houve incremento da produção quando comparado com uma aplicação. Estes resultados indicam que para a cultura do sorgo, dependendo das condições ambientais e pressão de doença uma aplicação de fungicida aos 45 ou 65 DAE é suficiente para garantir o potencial produtivo do híbrido. A decisão da aplicação mais cedo ou mais tarde vai depender da ocorrência de outras doenças. Por exemplo, em cultivares suscetíveis a helmintosporiose a aplicação deverá ser realizada mais cedo (COTA et al., 2010).

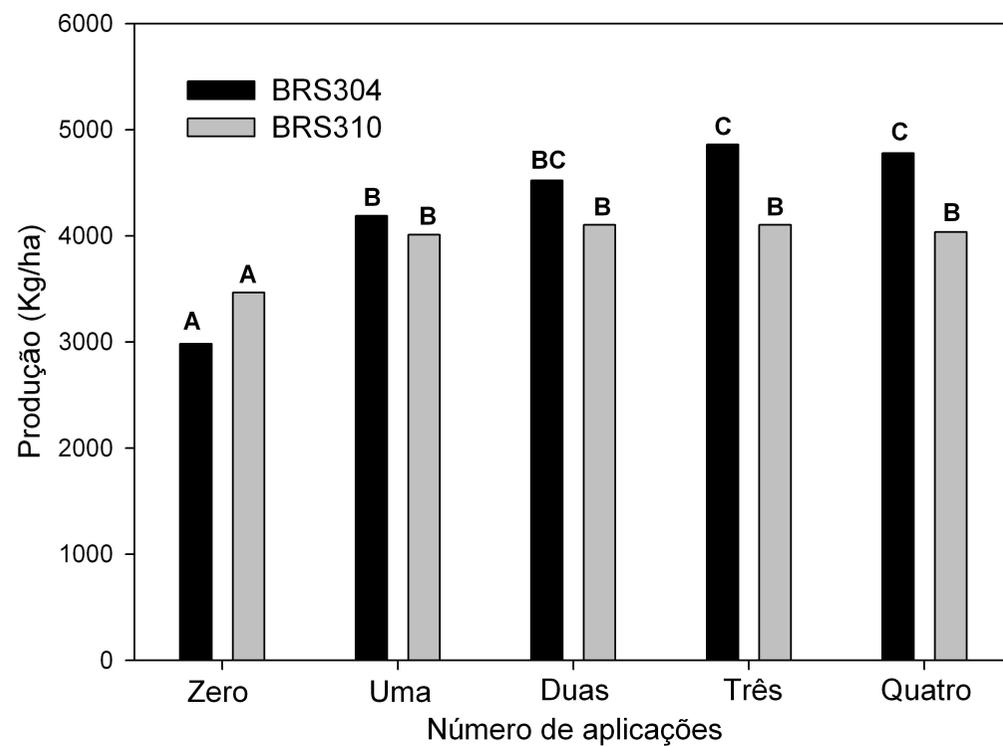
Baseado nos dados de produção do experimento 01 (Figura 7), para o híbrido BRS304, os ganhos produtivos foram maiores que o custo de aplicação para todos os tratamentos (Tabela 2). No entanto quando se aumenta o número de aplicações reduz-se o retorno econômico do uso do fungicida. Por exemplo, o rendimento do híbrido BRS304 foi de 1205,4 Kg com uma aplicação (rendimento líquido de 968 kg por ha); fazendo uma segunda aplicação o rendimento subiu para 1539,2 kg (rendimento líquido de 1065,2 kg); fazendo uma terceira aplicação o rendimento subiu para 1878,6 kg (rendimento líquido de 1167,3 kg); e realizando a quarta aplicação o rendimento subiu para 1795,0 (rendimento líquido de 847 kg/ha). Sendo assim, com o aumento do número de aplicação, a relação entre retorno financeiro e custo de aplicação diminuiu: 4,09 (uma aplicação), 2,25 (duas aplicações), 1,64 (três aplicações) e 0,89 (quatro aplicações). Para o híbrido BRS310 foi viável a realização de uma ou duas aplicações, no entanto, o incremento de produção obtido com a segunda aplicação não cobre o seu custo (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos para o experimento 02, sendo a segunda aplicação viável apenas para o híbrido MR43. Baseado nestes resultados o número de aplicações dependerá do nível de resistência do híbrido e considerando os riscos da cultura do sorgo as chances de o agricultor obter maior retorno econômico será com a realização de apenas uma aplicação de fungicida.

O controle químico é uma alternativa economicamente viável para o manejo da antracnose do sorgo. O nível de resistência presente nos híbridos influencia diretamente a eficiência do controle químico da doença. A aplicação de fungicidas em híbridos com níveis intermediários de resistência resulta numa eficiência de controle, significativamente, superior ao observado em híbridos suscetíveis. No entanto, o potencial de redução das perdas e de se obter retorno econômico são maiores para híbridos mais suscetíveis. A aplicação de fungicidas e resistência genética atuam de forma sinérgica resultando em maior eficiência de controle quando comparado ao seu uso de forma isolada. Desse modo, recomenda-se que, na utilização de fungicidas para o manejo da antracnose, seja considerado o nível de resistência dos cultivares de sorgo, observando-se, principalmente, o número de aplicações necessário para a obtenção de níveis satisfatórios de controle em cada híbrido. Em híbridos com bons níveis de resistência não se recomenda a aplicação de fungicidas para o controle de doenças e ressalta-se que não existem, até o momento, fungicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para o controle da antracnose foliar do sorgo.



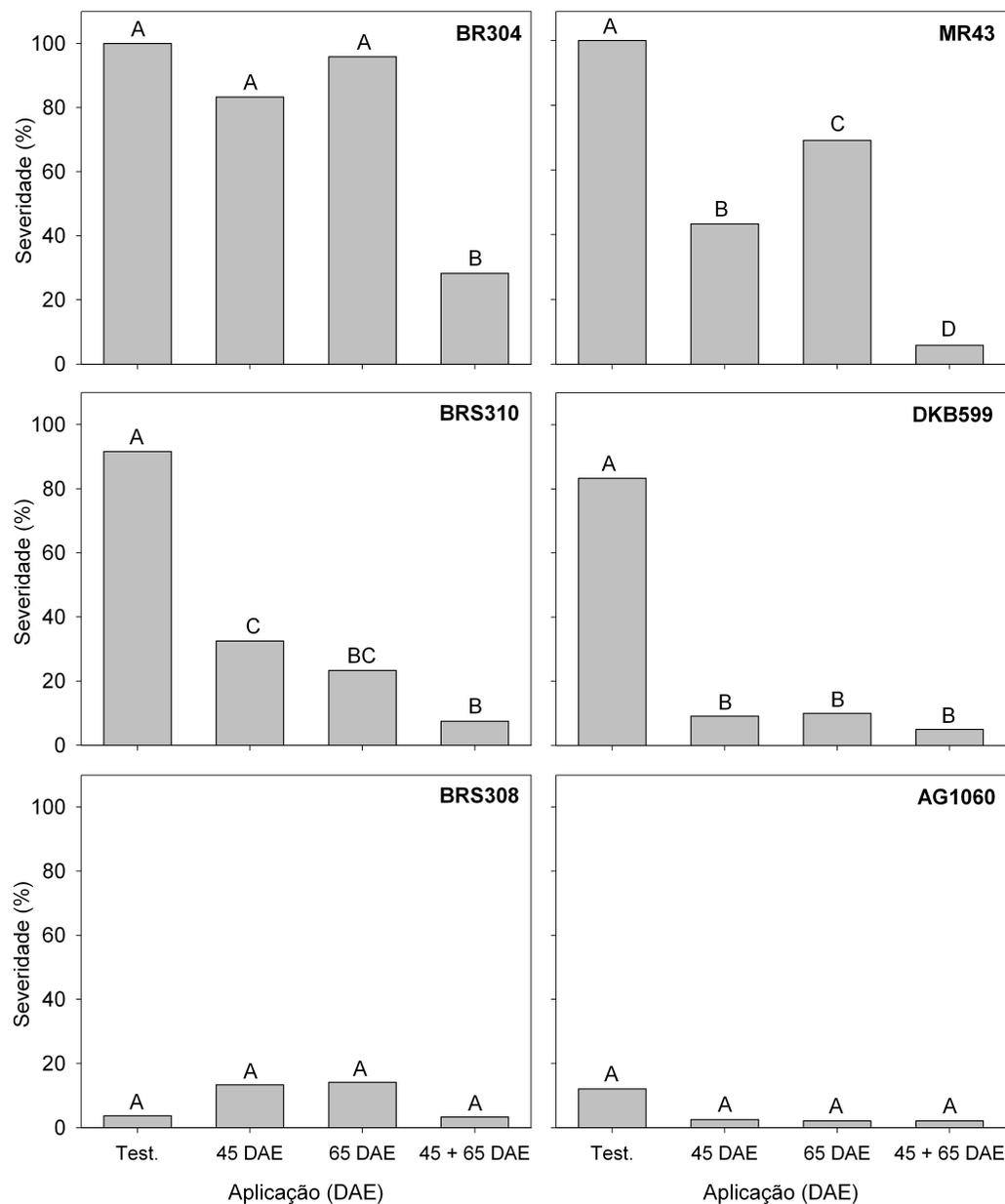
**Figura 7.** Área abaixo da curva de progresso (AACPD) e Severidade final da antracnose foliar do sorgo nos híbridos BRS304 (altamente suscetível) e BRS310 (moderadamente resistente), submetidos a zero (testemunha sem aplicação), uma, duas, três ou quatro aplicações do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina para o controle da doença no experimento 01. Médias, de cada híbrido, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P=0,05$ ).

Fonte: Costa et al., 2011.



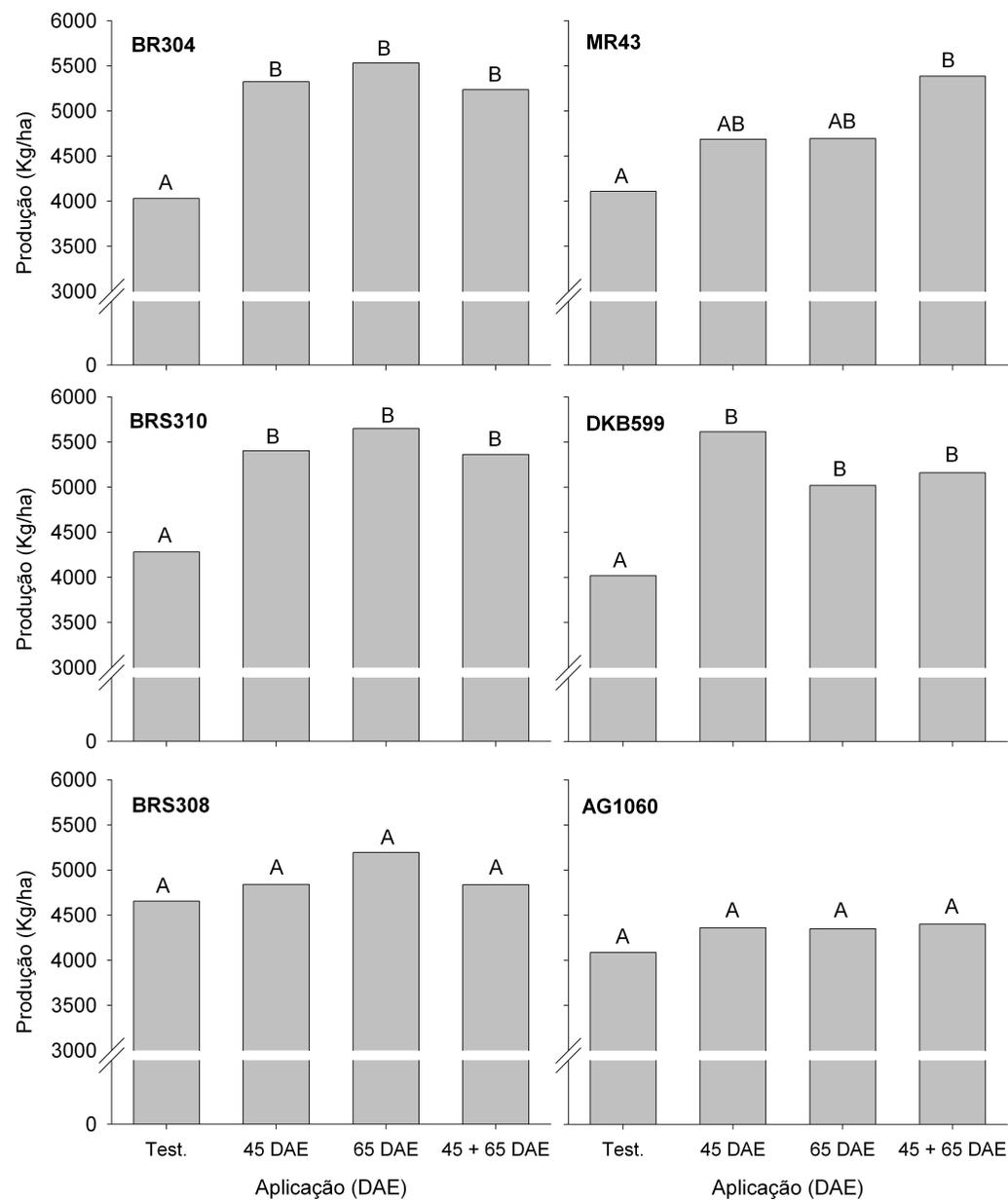
**Figura 8.** Produção de grãos dos híbridos BRS304 (altamente suscetível) e BRS310 (moderadamente resistente), submetidos a zero (testemunha sem aplicação), uma, duas, três ou quatro aplicações do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina no experimento 01. Médias, de cada híbrido, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P=0,05$ ).

Fonte: Costa et al., 2011.



**Figura 9.** Efeito do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina aplicado aos 45, 60 e 45 + 60 dias após a emergência (DAE) ou testemunha (sem aplicação) na severidade foliar da antracnose do sorgo em seis híbridos BRS 304, MR43, BRS310, DKB599, BRS308 e AG1060 plantados no experimento 02. Médias de tratamentos, para cada híbrido, seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P=0,05).

Fonte: Costa et al., 2011.



**Figura 10.** Produção de grãos em seis híbridos (BRS 304, MR43, BRS310, DKB599, BRS308 e AG1060) submetidos a pulverização com o fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina aos 45, 60 e 45 + 60 dias após a emergência (DAE) ou testemunha (sem aplicação) no experimento 02. Médias de tratamentos, para cada híbrido, seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P=0,05).

Fonte: Costa et al., 2011.

**Tabela 2.** Rendimento de híbridos de sorgo submetidos a uma, duas, três ou quatro aplicações do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina (experimento 01) ou uma (45 ou 65 DAE) ou duas aplicações (45 e 65DAE) no experimento 02. O rendimento foi calculado considerando-se a relação entre o rendimento de grãos dos híbridos submetidos à aplicação de fungicida e à testemunha sem aplicação. O custo de cada aplicação foi considerado como a soma do custo do fungicida (R\$ 48,00) e o custo da aplicação terrestre (R\$23,00). O custo da aplicação foi convertido para produção considerando uma saca de sorgo a R\$ 17,96.

Híbrido	Aplicação (DAE)	Rendimento (Kg/ha)	Custo (Kg/ha)	Híbrido	Rendimento (Kg/ha)	Custo (Kg/ha)
Experimento 01						
BRS304	40 e 55	1539,2	474,00	BRS310	639,6	474,00
BRS304	40 e 55 e 60	1878,6	711,00	BRS310	638,9	948,00
BRS304	40,55,60 e 75	1795,0	948,00	BRS310	570,4	948,00
Experimento 02						
BRS304	45	1292,6	237,00	MR43	576,6	237,00
BRS304	65	1500,4	237,00	MR43	583,6	474,00
BRS304	45 e 65	1205,0	474,00	MR43	1277,0	474,00
BRS310	45	1122,3	237,00	DKB599	1595,0	237,00
BRS310	65	1369,3	237,00	DKB599	1000,4	474,00
BRS310	45 e 65	1080,4	474,00	DKB599	1140,2	474,00
BRS308	45	183,2	237,00	AG1060	274,4	237,00
BRS308	65	536,8	237,00	AG1060	263,9	474,00
BRS308	45 e 65	182,5	474,00	AG1060	313,6	474,00

Fonte: Cota et al., 2011.

## Helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*)

**Importância e distribuição:** A ocorrência da doença antes da emergência da panícula pode ocasionar perdas superiores a 50% na produção. A sua incidência tem sido maior em áreas de plantios de safrinha no Centro - Oeste e Sudeste do Brasil.

**Sintomas:** Lesões alongadas de formato elíptico, púrpura avermelhadas ou cinza amareladas, que se desenvolvem inicialmente nas folhas inferiores (Figura 11A). Em ataques severos, pode ocorrer queima de toda a parte aérea das plantas (Figura 11B).

Foto: Luciano Viana Cota



**Figura 11.** Sintomas da helmintosporiose em folha de sorgo (A) e em plantas completamente queimadas pelo ataque do patógeno (B).

**Epidemiologia:** O fungo sobrevive como micélio e conídios em restos culturais infectados deixados no solo. Os conídios podem ser transportados a longas distâncias pelo vento e são responsáveis pela disseminação da doença. A doença é favorecida por temperaturas amenas entre 18 °C e 27° C e pela ocorrência de chuvas. Pelo fato de a doença ser favorecida por temperaturas baixas, ela tem se tornando umas das principais doenças do sorgo nos plantios de safrinha.

**Manejo da doença:** Plantio de cultivares resistentes e rotação de culturas com hospedeiros não suscetíveis. O controle químico é eficiente para o controle da doença, no entanto, não existem produtos registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para serem recomendados.

### Míldio do sorgo (*Peronosclerospora sorghi*)

**Importância e distribuição:** O míldio do sorgo é uma doença com ampla faixa de adaptação climática, sendo encontrado em todas as regiões de plantio de sorgo no Brasil.

**Sintomas:** O míldio corre na forma de infecção sistêmica e localizada . Os sintomas típicos de infecção sistêmica são a formação de faixas paralelas de tecidos verdes alternadas com áreas de tecidos cloróticos (Figura 12A). Em estádios mais avançados, as áreas de tecidos cloróticas tornam-se necróticas, que se rasgam pela ação do vento (Figura 12C). A forma localizada da doença caracteriza-se por lesões de formato retangular delimitadas pelas nervuras da folhas (Figura 12B).

Foto: Luciano Viana Cota



**Figura 12.** Míldio do sorgo: infecção sistêmica (A), infecção localizada (B), estágio mais avançado da infecção sistêmica (C).

**Epidemiologia:** O patógeno produz, em plantas com infecção sistêmica, uma estrutura de resistência denominada de oosporos, os quais são liberados ao solo quando as folhas se rasgam pelo vento. Estes oosporos podem sobreviver no solo por longos períodos de tempo e irão infectar plantas suscetíveis no próximo plantio. Outro agente de disseminação são os conídios, os quais permitem a disseminação da doença dentro de uma lavoura.

**Manejo da doença:** Fazer uso de sementes de boa qualidade. A aração profunda pode favorecer a decomposição dos oosporos presentes no solo. Utilização de cultivares resistentes. O tratamento de sementes com produtos a base de metalaxyl é eficiente para o controle do patógeno.

## Ferrugem (*Puccinia purpurea*)

**Importância e distribuição:** A doença está distribuída por todas as áreas de plantio de sorgo do Brasil, sendo maior a sua incidência na região Sudeste.

**Sintomas:** Formação de pústulas (urédias) de coloração castanho-avermelhadas com cerca de 2,0 mm de comprimento que se distribuem paralelamente e entre as nervuras. Pústulas mais desenvolvidas rompem-se liberando os uredosporos do patógeno (Figura 13).



**Figura 13.** Ferrugem do sorgo.

**Epidemiologia:** Os uredosporos de *P. purpurea* têm vida curta na ausência do hospedeiro vivo e são disseminados pelo vento. As mesmas condições que favorecem a antracnose são também favoráveis à ocorrência da ferrugem.

**Manejo da doença:** Plantio de cultivares resistentes é medida mais eficiente de manejo em áreas de alta incidência da doença

### **Mancha Zonada (*Gloeocercospora sorghi*)**

**Importância e distribuição:** Esta doença é de menor importância, estando sua presença associada à ocorrência de períodos de alta umidade.

**Sintomas:** Manchas foliares de formato circular contendo faixas de coloração vermelho púrpura alternadas com áreas de coloração palha ou cinza, formando anéis concêntricos, e com margens irregulares (Figura 14).

Foto: Alexandre da Silva Ferreira



**Figura 14.** Mancha zonada do sorgo.

**Epidemiologia:** O fungo sobrevive na forma de esclerócios formados no interior das lesões foliares mais desenvolvidas. Sob condições de alta umidade, as lesões produzem uma grande quantidade de conídios que são disseminados pelo vento ou pela chuva. A disseminação pode ocorrer também pela semente.

**Manejo da doença:** A rotação de culturas e eliminação de restos de cultura são importantes para se reduzir os danos causados pela doença.

### **Cercosporiose (*Cercospora fusimaculans*)**

**Importância e distribuição:** a cercosporiose é encontrada em áreas onde predominam condições quentes e úmidas, durante o ciclo da cultura. Essa doença pode causar, em cultivares susceptíveis, danos na área foliar, mas o seu impacto econômico ainda não foi determinado.

**Sintomas:** os sintomas aparecem, principalmente, após o florescimento. As lesões, nas folhas, são alongadas, limitadas pelas nervuras e de coloração vermelho-escura ou amarelada, dependendo da cultivar. O sintoma típico consiste no aparecimento, no interior das lesões, de pequenas áreas necrosadas circulares, dando à lesão a aparência de uma corrente ou de um rosário (Figura 15).

Foto: Luciano Viana Cota



**Figura 15.** Cercosporiose do sorgo.

**Epidemiologia:** o fungo sobrevive no solo em restos de cultura infectada, em plantas remanescentes de sorgo, em espécies de sorgo silvestre e em sementes. Condições quentes e úmidas favorecem o desenvolvimento e a disseminação do fungo. Os conídios constituem o inóculo inicial e secundário e são disseminados pelo vento e pela chuva.

**Controle:** a cercosporiose é controlada eficientemente pelo uso de cultivares resistentes.

### **Mancha Alvo (*Bipolaris sorghicola*)**

**Importância e distribuição:** a mancha alvo foi constatada recentemente no Brasil em áreas de plantio de sorgo do estado de São Paulo. Há relatos de sua ocorrência nos Estados Unidos, Índia, Chipre, Israel, Sudão, Taiwan e Filipinas.

**Sintomas:** a doença surge inicialmente como pontuações avermelhadas ou cinzas que, mais tarde, desenvolvem-se em manchas de formato elíptico ou oval a cilíndrico. Na maioria das vezes, as lesões são vermelhas a púrpuras ou cinzas, dependendo do cultivar. Ocasionalmente, o centro das lesões adquire uma coloração marrom ou palha circundado por margens avermelhadas ou púrpuras (Figura 16).

Foto: Luciano Viana Cota



**Figura 16.** Cercosporiose do sorgo.

**Epidemiologia:** o patógeno ataca plantas de sorgo em todos os estádios de desenvolvimento. Os esporos germinam rapidamente em condições de elevada umidade relativa e a penetração do tecido hospedeiro ocorre com ou sem a formação de apressórios. Os primeiros sintomas da doença surgem cerca de 12 horas após a inoculação e as lesões típicas da doença podem ser observadas nos 3 a 4 dias seguintes. Sob umidade relativa alta há abundante produção de conídios que são disseminados pelo vento. A sobrevivência do patógeno ocorre na forma de micélio dormente ou como esporos em restos culturais de sorgo ou como parasita de outras espécies hospedeiras como *Sorghum halepense*.

**Controle:** a mancha alvo pode ser controlada através do plantio de cultivares resistentes. Um grande número de fontes de resistência foi já identificado no germoplasma de sorgo.

### **Mancha de Ramulispora (*Ramulispora sorghi*)**

**Importância e distribuição:** esta doença foi relatada pela primeira vez nos Estados Unidos em 1903 e desde então tem sido relatada nas principais regiões produtoras de sorgo do mundo. No Brasil, sua ocorrência tem sido esporádica, porém a incidência e a severidade da mancha de *Ramulispora* têm aumentado, principalmente nos plantios de sucessão a cultura de verão e em regiões onde as condições de temperatura e umidade altas prevalecentes durante o ciclo da cultura. O patógeno infecta somente, as espécies de *Sorghum*, tais como, *S. bicolor*, *S. halepense* e *S. purpureosericeum*.

**Sintomas:** os sintomas característicos desta doença são lesões necróticas de forma elíptica, alongadas de 5 cm a 14 cm de comprimento e de 1 cm a 2 cm de largura e se assemelham às aquelas causadas por *Exserohilum turcicum*. A presença de halo amarelado nas lesões e de numerosos pontos negros (esclerócios) na superfície das lesões, dando-lhe um aspecto fuliginoso (Figura 17), é o que diferencia a mancha de *Ramulispora* da helmintosporiose.



**Figura 17.** Mancha de ramulispora.

**Epidemiologia:** o patógeno sobrevive no solo e em restos de cultura na forma de esclerócios. Em condições favoráveis, estes germinam, produzindo grande quantidade de conídios os quais são disseminados pelo vento e pela chuva para as folhas novas e para outras plantas.

**Controle:** para o controle da mancha de Ramulispora, recomenda-se a utilização de cultivares resistentes. A rotação de culturas, eliminação ou enterrio dos restos de cultura são importantes para a redução do inóculo inicial para o desenvolvimento das epidemias.

## Doenças causadas por bactérias

### Risca bacteriana (*Burkholderia andropogonis*, *sin. Pseudomonas andropogonis*)

**Importância e distribuição:** Esta doença é de importância secundária, com ocorrência restrita a alguns locais na região Sul do Brasil.

**Sintomas:** Lesões lineares delimitadas pelas nervuras, que adquirem coloração amarelada, cinza, avermelhada ou púrpura dependendo da reação do hospedeiro (Figura 18). Há formação de exudação bacteriana na face inferior da folha.

Foto: Frederiksen, R. A.



**Figura 18.** Risca bacteriana.

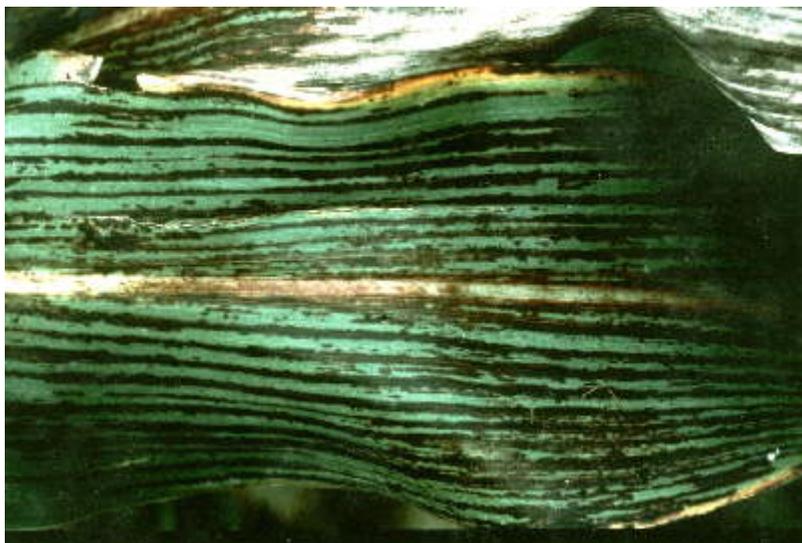
**Epidemiologia:** A disseminação da bactéria dentro de uma lavoura ocorre principalmente pela ação do vento e gotas de água da chuva ou irrigação. Sementes infestadas e restos culturais contribuem para a disseminação da doença.

### Estria bacteriana (*Xanthomonas campestris* *pv. holcicola*)

**Importância e distribuição:** A doença tem a mesma importância e segue a mesma distribuição da risca bacteriana.

**Sintomas:** Os sintomas são semelhantes aos da risca bacteriana. Inicialmente observa-se lesões de aspecto encharcado. A exudação da bactéria ocorre em ambas as superfícies da folha (Figura 19).

Foto: Frederiksen, R. A.



**Figura 19.** Estria bacteriana.

**Epidemiologia:** A bactéria é transmitida pela semente. Restos culturais infestados também contribuem para a disseminação a longas distâncias. A bactéria permanece viável na semente por até dois anos. A doença é favorecida por temperatura entre 24 °C e 30°C. Nessas condições, as lesões podem exceder 30 cm de comprimento.

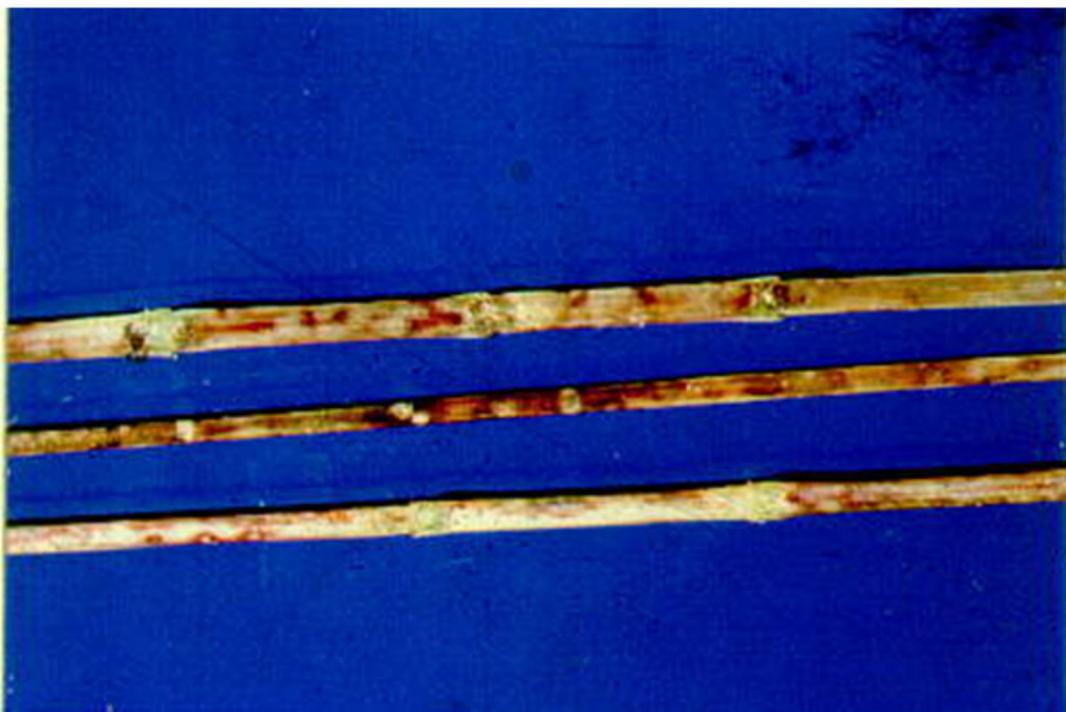
## Podridão do colmo e pedúnculo do sorgo

### Antracnose do Colmo (*Colletotrichum sublineolum* )

**Importância e distribuição:** Antracnose é uma das mais importantes doenças da cultura do sorgo, pela sua ocorrência generalizada e sua capacidade de reduzir, sensivelmente, a produção e a qualidade dos grãos e da forragem. No Brasil, ela está presente em todas as áreas de plantio de sorgo, podendo causar perdas superiores a 70% na produção de grãos em cultivares susceptíveis e sob condições ambientais favoráveis. O patógeno causador da antracnose é o fungo *Colletotrichum sublineolum* (Cesati) Wilson, cuja forma perfeita é *Glomerella graminicola* Politis. Esse patógeno incide nas folhas, pedúnculo, colmo, panícula, grãos e raízes. Várias espécies de gramíneas são hospedeiras de *C. sublineolum* tais como *Sorghum bicolor*, *S. halepense*, *S. verticilliphorum*, *S. arundinaceum*, *S. margaritifera*, *S. sudanense* e *S. dochna*.

**Sintomas:** Sintomas de infecção no colmo e no pedúnculo aparecem normalmente no período de maturação da planta. Esses órgãos infectados adquirem, internamente, uma coloração avermelhada ou amarelada com pontuações brancas correspondentes aos pontos de penetração do fungo (Figura 20). Nestes pontos, externamente, o fungo frutifica, sob condições de alta umidade e temperatura há formação de uma massa de esporos de cor rosa.

Foto: Alexandre da Silva Ferreira



**Figura 20.** Podridão de antracnose em colmo de sorgo.

**Epidemiologia:** O inóculo primário para o desenvolvimento de epidemias causadas por *C. sublineolum* é constituída pelos conídios produzidos nas espécies selvagens de sorgo, em plantas remanescentes ou de restos de culturas. A disseminação dos conídios dá-se por meio do vento e de respingos de chuva. A sobrevivência do fungo, de um ano para outro, ocorre nos restos de cultura, em espécies selvagens e em sementes. A sobrevivência é drasticamente reduzida quando se faz um enterramento dos restos de cultura. As condições favoráveis para o aparecimento da antracnose são de alta umidade e temperatura em torno de 25 °C a 30°C.

**Controle:** A antracnose do colmo e do pedúnculo é eficientemente controlada pelo uso de cultivares resistentes. A rotação de culturas, o enterramento de restos de cultura, a eliminação de gramíneas hospedeiras de *C. graminicola*, o uso de sementes saudáveis e tratamentos de sementes são medidas de controle importantes, principalmente, para reduzir a fonte primária do inóculo.

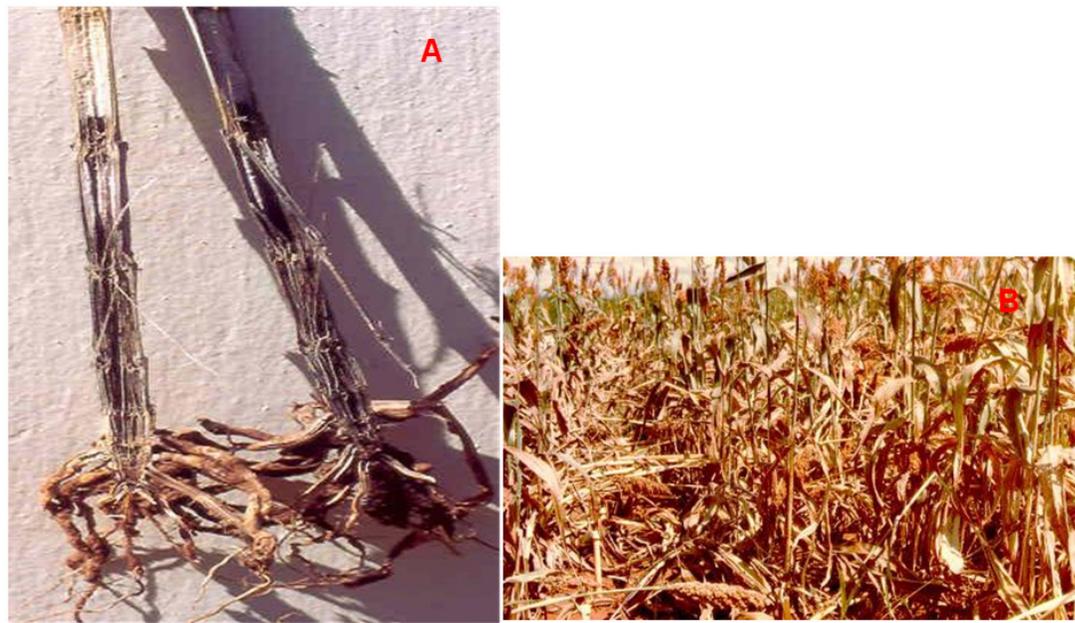
### **Podridão seca do colmo (*Macrophomina phaseolina*)**

**Importância e distribuição:** A podridão seca do colmo ou podridão por *Macrophomina* é uma doença importante para regiões sujeitas a períodos de seca e quentes, sendo observada em vários países da África, Ásia, Austrália e Américas. No Brasil, a doença assume maior importância em plantios de sorgo de "safrelinha" no Brasil Central e em áreas do Nordeste, principalmente quando o período de enchimento dos grãos coincide com temperatura elevada e déficit hídrico. Sob estas condições climáticas, principalmente em plantios de híbridos de sorgo, as perdas na produção de grãos e forragem

podem ser superiores a 50% devido a problemas de acamamento. O patógeno é capaz de infectar mais de 400 espécies de plantas, dentre as quais a soja, girassol, tomate, batata, batata doce, feijão, algodão, juta, fumo, milho, milheto e amendoim. A podridão seca do colmo é causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) G. Goid (Sin. *M. phaseoli* (Maubl.) Ashby). A forma imperfeita é *Rhizoctonia bataticola* (Taub.) Butl. (Sin. *Sclerotium bataticola* Taub.).

**Sintomas:** Embora a infecção na planta possa ocorrer nos primeiros estádios de seu desenvolvimento, causando queima e tombamento das plântulas, os sintomas, geralmente, aparecem em plantas adultas. As raízes doentes apresentam lesões com aspecto encharcado de coloração castanha ou preta. O colmo torna-se macio devido à desintegração da medula, permanecendo somente os vasos sobre os quais se pode notar numerosos esclerócios pretos e pequenos (Figura 21A). Esta desintegração do colmo facilita a ocorrência de acamamento, o sintoma mais típico da doença no campo (Figura 21B).

Foto: Alexandre da Silva Ferreira



**Figura 21.** Podridão seca do colmo (A) e acamamento de plantas de sorgo (B) causado por *Macrophomina*.

**Epidemiologia:** Altas temperaturas e baixa umidade do solo após o florescimento são os fatores que predispõem as plantas à infecção por *M. phaseolina* e ao desenvolvimento da doença. O patógeno sobrevive no solo na forma de esclerócios os quais podem permanecer viáveis por períodos de dois a três anos.

**Controle:** A incidência da podridão seca pode ser reduzida pela manutenção de níveis adequados de umidade no solo a partir do florescimento. A utilização de cultivares resistentes ao acamamento, tolerantes à seca e não senescentes pode reduzir as perdas causadas pela doença, bem como a utilização de níveis adequados de N e K.

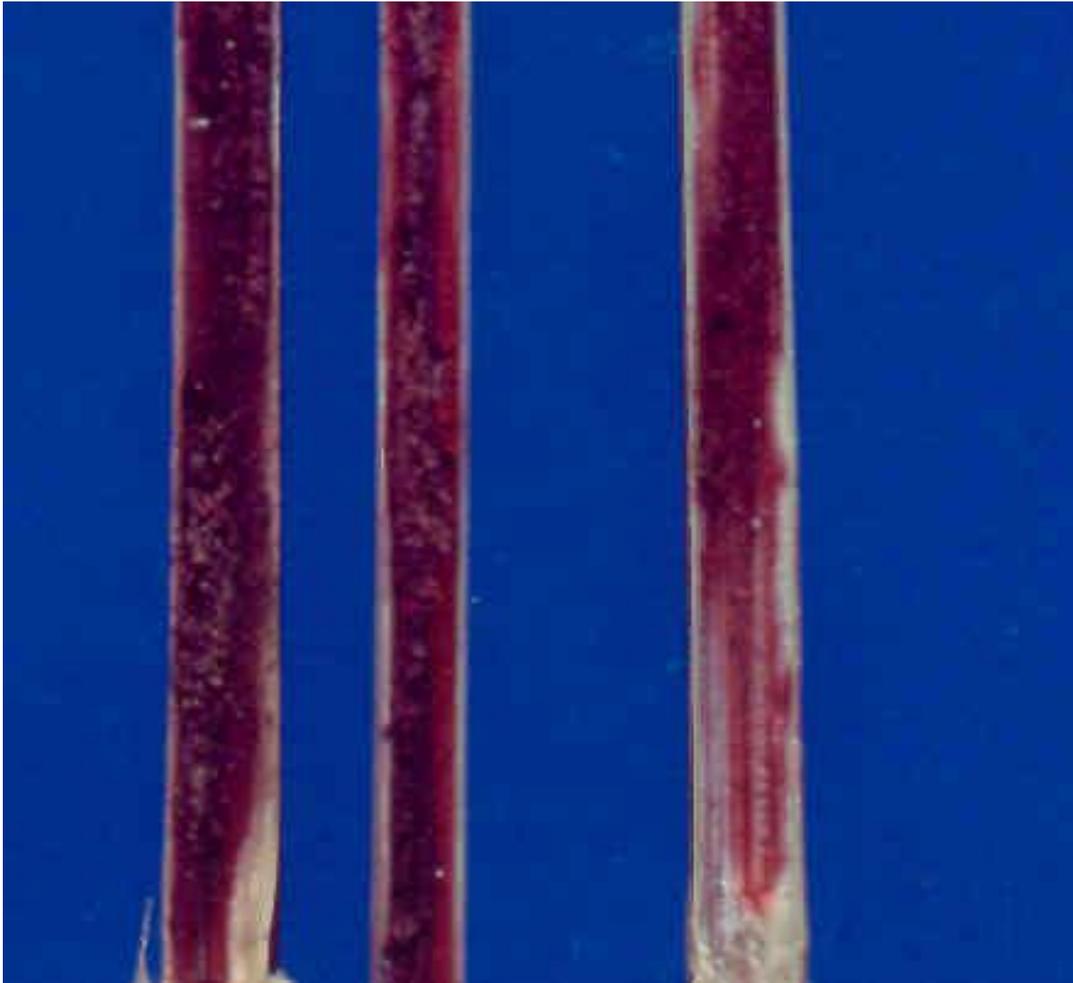
## Podridão Vermelha do Colmo (*Fusarium verticillioides*)

Importância e distribuição: A podridão vermelha do colmo é comum em todas regiões onde se cultiva o sorgo. A redução na produção e qualidade de grãos e de forragem é atribuída a ela por afetar o enchimento dos grãos e provocar o enfraquecimento do colmo, causando, geralmente, o tombamento e/ou quebraimento do colmo. Esse patógeno pode infectar as raízes, o colmo e o pedúnculo da planta, comprometendo a firmeza do tecido interno. Esse fungo pode causar, também, podridão de sementes e morte das plântulas. *Fusarium verticillioides* Shed, agente causal dessa doença, produz dois tipos de conídios: Os macroconídios que possuem de 3 a 5 septos e apresentam curvaturas próximas as extremidades e os microconídios que são produzidos em cadeias e possuem 1 septo. A forma perfeita, *Giberella fujikuroi* Saw.) Wr., é caracterizada pela produção de ascósporos em peritécios .

Sintomas: Os sintomas da doença são evidenciados, normalmente, após o florescimento das plantas. Estas secam prematuramente e tombam com facilidade. Internamente, os tecidos do colmo e do pedúnculo infeccionados adquirem uma coloração avermelhada, que progride de forma uniforme e continua do ponto inicial da infecção em direção á parte superior da planta (Figura 22).

Foto: Alexandre da Silva Ferreira





**Figura 22.** Podridão vermelha em colmo de sorgo.

**Epidemiologia:** *Fusarium moniliforme* sobrevive no solo em resto de cultura, em várias espécies de plantas hospedeiras nas formas de conídios, de micélio e de clamidósporos. O fungo penetra nas raízes e no colmo através de aberturas naturais ou de ferimentos provocados por insetos, máquinas e nematoides. Entre o estágio de florescimento e de maturação da planta, a severidade da doença pode aumentar sob condições de baixa temperatura e alta umidade, seguido de um período de alta temperatura e baixa umidade.

**Controle:** As medidas de controle da podridão vermelha do colmo recomendadas são: Utilização de cultivares resistentes, população de plantas adequada e a aplicação de adubações equilibradas.

### **Doença açucarada do sorgo (*Sphacelia sorghi*)**

**Importância e distribuição:** A doença açucarada do sorgo ou "ergot" ou mela da panícula, foi constatada pela primeira vez no Brasil em 1995. Atualmente, essa doença tem ocorrido de maneira severa e generalizada em todas regiões do Brasil, tornando-se um sério problema para as indústrias de sementes e para os produtores de grãos e ou forragens de sorgo. Como o patógeno infecta, somente, o ovário não fertilizado, durante a antese todos os fatores ambientais e biológicos que afetam a produção e vigor do pólen e/ou impedem a abertura normal das anteras vão favorecer o patógeno a induzir e desenvolver a doença açucarada. O agente causal dessa doença é fungo *Sphacelia soghi* forma imperfeita de *Claviceps africana*. A forma imperfeita (durante a qual ocorre a produção de conídios) do fungo é mais frequente na natureza onde os conídios estão contidos na exsudação das flores infectadas em três formas: os microconídios e os macroconídios e os conídios secundários.

**Sintomas:** Os primeiros sintomas da doença podem ser observados no ovário de três a cinco dias após a infecção. O ovário infectado apresenta-se com uma coloração cinza enrugado, em contraste com verde escuro e arredondado de um ovário sadio e fertilizado. Com a evolução da infecção, a base do ovário é substituída por uma estrutura estromática que gradualmente, estende-se para cima. Externamente, os sintomas evidenciam-se de 5 a 10 dias após a inoculação na forma de gotas de coloração rósea, pegajosas, adocicadas que exudam dos ovários infectados (Figura 23). Sob condições de alta umidade, um fungo saprófita *Cerebella volkensii* cresce sob as gotas que convertem em uma massa negra e amorfa. Sob condições de alta temperatura e de baixa umidade, há um ressecamento da exudação que se transforma em uma crosta esbranquiçada e dura que facilmente, se destaca da panícula. No interior das glumas, finalmente, a estrutura do fungo (estroma) pode transformar-se em esclerócio.

Foto: Luciano Viana Cota



**Figura 23.** Doença açucarada do sorgo.

**Epidemiologia:** Os conídios provenientes de hospedeiros secundários, de panículas de sorgo infectadas de plantas remanescentes ou de restos de cultura, são inóculo primário ou fonte de infecção primária. A disseminação secundária da doença ocorre de cinco a doze dias após a infecção primária no sorgo por meio de conídios que são produzidos aos milhares e disseminados de uma flor a outra de uma mesma panícula ou para diferentes panículas. O patógeno é disseminado, rapidamente, dentro da lavoura levado pelo vento, respingo de chuva e insetos. As condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da doença açucarada, durante o florescimento, são temperaturas mínimas de 13,0 °C a 18,7 °C e umidade relativa de 76% a 84%.

**Controle:** A indisponibilidade de genótipos de sorgo resistentes a *S. sorghi* e o estabelecimento da doença só em flores não fertilizadas fazem com que se adotem medidas de controle que associem técnicas de manejo da cultura de modo a se obter uma boa produção de pólen na lavoura e a utilização de fungicidas. As principais medidas de manejo são:

1. uso de cultivares bem adaptadas a região de plantio e mais tolerantes a baixas temperaturas;
2. semeadura em épocas adequadas, de modo a se evitar que o período de florescimento não coincida com baixas temperaturas;
3. remoção de plantas remanescentes e de plantas hospedeiras secundárias do patógeno;
4. adequação da proporção de linhagens macho-estéreis e restauradoras em campos de produção de sementes para garantir uma boa disponibilidade de pólen, uma vez que a infecção não ocorre em flores fertilizadas;
5. programação do plantio a fim de que haja uma boa coincidência de florescimento entre as linhagens macho e fêmeas para garantir uma rápida fertilização;
6. aplicação de fungicidas a base de tebuconazole. A aplicação de fungicida deve ser realizada durante o período de florescimento. Esta medida de controle deve ser restrita a área de produção de sementes.

### **Mosaico da cana-de-açúcar (*Virus - "SCMV"*)**

**Importância e distribuição:** Mosaico da cana-de-açúcar é uma importante doença do sorgo, que causa, em cultivar susceptível, mosqueado ou necroses nas folhas, raquitismo e esterilidade parcial ou total da planta, resultando redução na produção de grãos e de forragem. A doença é causada pelo vírus do mosaico da cana-de-açúcar (SCMV - "Sugar cane mosaic virus"), o qual pertence ao grupo dos Potyvirus. Várias espécies são hospedeiras do SCMV, incluindo, além da cana-de-açúcar e do sorgo, outras gramíneas como milho, milheto, capim sudão, cevada, trigo, centeio, arroz.

**Sintomas:** O vírus provoca o aparecimento de dois sintomas: o de mosaico típico e o necrótico. No primeiro, aparecem, nas folhas, áreas verde-claras entremeadas com áreas verde-escuras. Normalmente, esse sintoma é mais evidente em folhas mais novas, podendo desaparecer com o envelhecimento da planta. No necrótico, aparecem, nas folhas, áreas necrosadas de cor avermelhada ou amarelada, dependendo da cultivar atacada (Figura 24). Esses tipos de sintomas, na maioria das vezes, levam a planta do sorgo à morte, principalmente quando a infecção ocorre prematuramente.

Foto: Alexandre da Silva Ferreira



Figura 24. Mosaico da cana-de-açúcar.

**Epidemiologia:** O vírus é transmitido de maneira não persistente por, pelo menos, sete espécies de afídeos. O pulgão do milho (*Rhopalosiphum maidis*) é o principal vetor do SCMV. Os afídeos, geralmente, adquirem o vírus a partir da cana-de-açúcar ou de gramíneas perenes infectadas, e depois o transmitem para outras plantas.

**Controle:** A utilização de cultivares resistentes ou tolerantes é a maneira mais eficiente de controlar a doença. O controle da doença por meio do controle de vetores não tem sido satisfatório tanto do ponto de vista econômico quanto da eficiência de controle.

## Doenças causadas por nematoides

Em levantamentos realizados em 7 áreas experimentais cultivadas com sorgo, na Embrapa Milho e Sorgo, mostraram que os nematoides dos gêneros *Criconemoides*, *Pratylenchus* e *Meloidogyne* foram os predominantes nesta cultura. Não obstante, foram encontrados também nematoides dos gêneros

*Helicotylenchus, Tylenchulus, Trichodorus, Xiphinema e Dorylaimus.*

## Morfologia dos nematoides

Os nematoides parasitas de plantas de sorgo são animais muito pequenos, 0,4 - 4 mm de comprimento e 0,01 - 0,05 mm de diâmetro, são multicelulares e habitantes naturais do solo. Em geral, eles possuem o corpo em forma de agulha, são transparentes, com corpo não segmentado, possuindo sistemas sensorial, digestivo, excretor e reprodutivo. Todos os nematoides fitoparasitas possuem um estilete - uma estrutura robusta semelhante a uma agulha e que se localiza na porção anterior do seu corpo. O estilete é conectado com o esôfago e é utilizado para perfurar a parede celular dos tecidos da raiz, e então sugar os nutrientes da planta, necessários para a sobrevivência e desenvolvimento biológico do nematoide.

## Biologia dos nematoides

Os nematoides são classificados com base no seu hábito alimentar. Os nematoides ectoparasitas, geralmente se alimentam em células próximas da superfície e podem inserir parte de sua porção anterior dentro dos tecidos vegetais onde eles se alimentam. Os nematoides endoparasitas entram nas plantas, passam através do processo de maturação, põem ovos, e se alimentam nos tecidos internos da planta. Os ectoparasitas são geralmente muito maiores que os endoparasitas e possuem um estilete mais longo. Ambos podem ser classificados como sedentários e migratórios. Os nematoides sedentários, normalmente, penetram as raízes e estabelecem os sítios de alimentação e não se movimentam mais. Os nematoides migradores movem-se dentro das raízes e podem retornar ao solo.

## Principais nematoides parasitas do sorgo

### Nematoide do enfezamento

Os nematoides do gênero *Tylenchorhynchus* são comumente detectados em amostras de solo coletadas na cultura de sorgo, e podem aumentar os níveis de danos em áreas com monocultivo. O sistema radicular das plantas infestadas tem fraco desenvolvimento e algumas das extremidades das raízes podem ser curtas e grossas. Em parcelas infestadas por *T. martini*, o tratamento com nematicida aumentou a produção de sorgo em 55%.

### Nematoides formadores de galhas

Diversas espécies de *Meloidogyne*, incluindo *M. incognita* são citadas como parasitas de sorgo. *M. incognita* causa danos severos em sorgo quando em sequência rotacional com algodão. O sintoma típico de infestação de *M. incognita* inclui áreas irregulares contendo plantas cloróticas e enfezadas, proliferação de raízes, retardamento no florescimento e redução na produção. O tecido radicular parasitado pode exibir galhas abundantes ou as galhas podem ser discretas.

## Nematoides lesionadores de raízes (*Pratylenchus* spp.)

O nematoide *Pratylenchus zeae* tem sido encontrado parasitando plantas de sorgo. Este nematoide é endoparasita migrador, coloniza o córtex da raiz e causa lesões necróticas. Plantas severamente infectadas têm o sistema radicular debilitado e são cloróticas e enfezadas.

### Sintomas nas plantas de sorgo

Os danos causados por nematoides em plantas de sorgo podem ser semelhantes aos sintomas provocados por estresse hídrico e por deficiências nutricionais. O sintoma típico de danos por nematoides é a formação de áreas de tamanho variado onde as plantas têm uma aparência irregular. Plantas pesadamente infectadas são menores do que as plantas normais, são usualmente cloróticas e têm uma tendência ao murchamento por terem o sistema radicular reduzido e danificado. Como resultado da infestação por nematoides, as raízes de sorgo podem apresentar, entre outros, os seguintes sintomas:

1. **Raízes com galhas** (*Meloidogyne* spp.) - Ocorre um pronunciado aumento no número e no tamanho das células dos tecidos radiculares parasitados pelo nematoide, o que leva a formação de tumores ou galhas radiculares.
2. **Lesões radiculares** (*Pratylenchus* spp.) - Há o desenvolvimento de lesões radiculares quando os nematoides endoparasitas migradores entram e movem dentro dos tecidos das raízes. As lesões necróticas nas raízes são quase sempre atribuídas aos fungos, os quais penetram nas raízes através dos ferimentos causadas pelos nematoides.
3. **Desenvolvimento anormal da raiz** - Os nematoides ectoparasitas, ao se alimentarem nos tecidos das raízes, podem causar sintomas de encurtamento e engrossamento da raiz (*Trichodorus* spp.).

### Controle dos nematoides

O controle dos nematoides parasitas de sorgo envolve várias estratégias:

1. **Práticas culturais** - Os nematoides podem ser reduzidos a níveis toleráveis pelas plantas de sorgo, empregando-se práticas culturais como pousio, rotação de cultura e época de plantio. A aração e a gradagem, por propiciarem a exposição do solo aos raios solares, podem ser efetivas na redução da população de várias espécies de nematoides.
2. **Uso de cultivares resistentes** - O controle mais efetivo e econômico de nematoides em sorgo é o uso de cultivares resistentes. Diversas cultivares de sorgo podem apresentar tolerância ao nematoide formador de galhas (*Meloidogyne* spp.)
3. **Controle químico** - Produtos com ação nematicida, como os dos grupos químicos dos carbamatos e organofosforados, podem ser eficazes no controle de nematoides em áreas pesadamente infestadas. No entanto, este é um tratamento de custo elevado e em alguns casos pode ser inviável economicamente.
4. Atenção especial deve ser dada na escolha de culturas para serem plantadas na sucessão ao sorgo, por exemplo, em áreas com infestação de *M. incognita* deve-se evitar o plantio de cultivares de soja e algodão suscetíveis a este nematoide.

## Qualidade sanitária de grãos

O mofamento dos grãos de sorgo causa perdas pela redução no tamanho e peso do grão, no valor de mercado do grão, no valor nutritivo do grão e na manutenção da qualidade do grão durante a armazenagem. Adicionalmente, os grãos mofados e contaminados por micotoxinas podem promover riscos à saúde dos animais domésticos. O sintoma mais evidente no grão mofado é a presença de micélio de cor rosa, laranja, cinza, branca ou preta sobre a superfície do grão, cuja coloração depende do fungo envolvido no mofamento. Normalmente, mais do que um fungo pode estar envolvido no mofamento do grão.

## Condições predisponentes

A cultura do sorgo está sujeita à incidência de um número elevado de doenças, cujos fungos são, na maioria, patogênicos aos grãos. A infecção torna-se mais importante nesta cultura em virtude da sua estrutura floral, onde os grãos estão sujeitas às infecções por fungos em condições de campo, por estarem totalmente expostas e agrupadas nas panículas. Tal fato cria condições ideais ao desenvolvimento de fungos, principalmente em áreas onde a umidade relativa for alta por ocasião da maturidade fisiológica dos grãos.

## Principais fungos em grãos de sorgo

No Brasil, os fungos de ocorrência mais frequente nos grãos de sorgo são: *Cladosporium* sp., *Alternaria tenuis*, *Drechslera turcica*, *Drechslera sorghicola*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium semitectum*, *Fusarium subglutinans*, *Penicillium* sp., *Phoma sorghina*., *Monilia* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* spp., *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Macrophomina phaseolina*, *Curvularia lunata*, *Colletotrichum sublineolum*, *Cercospora sorghi*, *C. fusimaculans* e *Sphacelia sorghi* (*Claviceps africana*). Estes fungos são responsáveis por perdas na qualidade sanitária, física e nutricional dos grãos de sorgo. No processo de deterioração dos grãos, estes fungos podem descolori-los e degradar proteínas, açúcares e carboidratos. As panículas atacadas pela doença açucarada ou ergot não apresentam nenhum risco de intoxicação para bovinos alimentados com grãos de sorgo, pois o patógeno não produz micotoxina.

## Produções de Micotoxinas e Micotoxicoses

As principais micotoxinas que podem ser produzidas por fungos presentes em grãos de sorgo são:

**1. Aflatoxinas** - Entre as micotoxinas, maior atenção tem sido dada às aflatoxinas, devido a sua alta hepatocarcinogenicidade. As aflatoxinas são produzidas por fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, notadamente por *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. wentii*, *A. ostianum*, *A. fumigatus*, *A. frenesii*, *Penicillium puberulum*, *P. citrinum*, *P. variable* e *P. frequentans*. O fungo *Aspergillus parasiticus* predomina nos países tropicais, sendo um ativo produtor das aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, enquanto que o *Aspergillus flavus* produz as aflatoxinas B1 e G1. A toxicidade das aflatoxinas é B1 > G1 > B2 > G2. O efeito tóxico destas aflatoxinas pode ser de curta duração (aflatoxicose aguda) ou de longa duração (aflatoxicose crônica). Bovinos, suínos e aves podem ingerir rações formuladas com grãos de sorgo contaminadas com aflatoxinas, converter a toxina em seus metabólitos tóxicos, os quais entrarão na cadeia alimentar humana via consumo de leite, carne e ovos.

2. **Zearalenona** - É uma micotoxina (fusariotoxina) produzida por *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides*, *F. sporotrichioides*, *F. subglutinans*, *F. oxysporum*, entre outras espécies. O gênero *Fusarium* tem uma faixa de temperatura ótima para o seu desenvolvimento situada entre 20 a 25 °C. Contudo, suas toxinas são produzidas à temperaturas baixas, isto significa que o *Fusarium* produz as micotoxinas sob o efeito de choque térmico, principalmente com alternância das temperaturas, principalmente a diurna e a noturna. Para a produção de zearalenona a temperatura ótima está em torno de 10-12°C. Os suínos, bovinos, aves e ovelhas são sensíveis à zearalenona. Esta micotoxina causa a hiperestrogenismo em suínos, pois a sua molécula é semelhante à da progesterona (hormônio feminino).

3. **Fumonisinás** - São micotoxinas produzidas principalmente por *Fusarium verticillioides*, *F. subglutinans* e *F. proliferatum*. Atualmente, são conhecidas as fumonisinás B1, B2, B3, B4, A1 e A2. A contaminação por fumonisinás em grãos de sorgo (grãos embolorados) é extremamente maléfica à alimentação de suínos (edema pulmonar) e em equinos (leucoencefalomalácia - a toxina destrói as células cerebrais, formando grandes orifícios no cérebro do animal).

4. **Toxina T-2** - Esta micotoxina é produzida principalmente por *Fusarium sporotrichioides*, sendo de 5 a 8 °C a faixa de temperatura ideal de sua produção. Ela causa má formação óssea nas pernas de frangos de corte.

## Prevenção de grãos mofados

O controle do mofamento dos grãos pode ser obtido pela escolha da época de plantio que permita a ocorrência dos estádios de enchimento de grãos e de maturidade fisiológica em período sem chuvas frequentes; e pela utilização de cultivares de sorgo com grãos resistentes ao ataque dos fungos presentes no campo de produção dos grãos. Evitar que grãos no ponto de colheita permaneçam no campo ficando assim sujeitos a serem molhados durante ocorrência de chuvas. Colher os grãos com nível adequado de umidade.

**Autores deste tópico:**Dagma Dionisia da Silva,Luciano Viana Cota,Rodrigo Veras da Costa

## Pragas

A ocorrência de pragas é um dos fatores de prejuízos na cultura do sorgo. É fundamental que o produtor avalie sua lavoura para a ocorrência desses insetos e saiba reconhecer dentre os presentes são fitófagos e se têm potencial de causar prejuízos. Um aspecto primordial é identificar o tipo e a finalidade do cultivo de sorgo, ou seja o cultivo destina-se a produção de grãos, forragem, ou matéria prima para bioenergia. Nesse aspecto salienta-se que o porte da cultura apresenta grande variação de acordo com a aptidão, dentro disso, o nível de dano para uma mesma espécie de inseto-praga também pode variar.

A suscetibilidade dos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura também aponta para as possíveis espécies de insetos-praga, dentro de cada fase de desenvolvimento da cultura.

## Pragas subterrâneas

Os insetos-praga que atacam a parte subterrânea das plantas são, normalmente, mais difíceis de serem observados. Entretanto, os danos causados por estas pragas contribuem, de várias maneiras, para a redução da produtividade. Devido à destruição de semente e "plântula", os danos provocam redução na população de plantas da cultura. O ataque destes insetos ao sistema radicular provoca redução do vigor da planta, contribuindo inclusive para o maior acamamento. As principais pragas subterrâneas são:

### **Larva-aramé (*Conoderus scalaris*)**

São larvas de besouros, parecidos aos vaga-lumes, que vivem no solo alimentando-se de diferentes tecidos vegetais.

**Importância econômica** - Os danos causados ao sorgo pela larva-aramé são devidos, principalmente, à destruição das sementes e, em menor escala, ao ataque no sistema radicular na fase de plântula. O estabelecimento da população ideal e o vigor das plantas são reduzidos, causando perdas significativas na produção.

**Sintomas de dano** - Falhas na lavoura e plantas raquíticas com maior sensibilidade aos estresses devido ao sistema radicular danificado.

**Métodos de controle** - O controle dessa praga pode ser feito através do tratamento das sementes com inseticidas, ou através da aplicação de inseticidas granulados, aplicados no sulco de plantio. Métodos culturais, como rotação de culturas, são eficientes para diminuir a população de larvas no solo.

Foto: Paulo A. Viana



**Figura 1.** Larva-aramé (*Conoderus scalaris*).

## Bicho-bolo, Pão-de-galinha ou Corós

São larvas de várias espécies de besouros dos gêneros: *Eutheola*, *Dyscinetus*, *Stenocrates*, *Diloboderus*, *Cyclocephala*, *Phytalus* e *Phyllophaga*.

**Importância econômica** - Estes besouros são abundantes nos meses de outubro, novembro e dezembro. Eles são facilmente percebidos à noite, próximo à fonte de luz. As fêmeas fazem postura no solo. Depois de uma semana as larvas eclodem e se alimentam do sistema radicular das plantas. Estes insetos causam danos às culturas de verão e inverno principalmente nas áreas de plantio direto.

**Sintomas de dano** - Falhas nas linhas de plantio e plantas pouco desenvolvidas com alta sensibilidade aos estresses hídricos. Os danos causados pelo bicho-bolo são resultados da alimentação das larvas no sistema radicular e pelos adultos que se alimentam dos colmos das plantas, embora este dano dos adultos seja de pouca importância. O ataque das larvas pode provocar a morte de pequenas plantas causando redução na população. Em plantas maiores os danos no sistema radicular reduzem o vigor, aumentam a susceptibilidade ao tombamento e à seca e abrem entrada para microorganismos fitopatogênicos.

**Métodos de controle** - O procedimento para se detectar a presença do bicho-bolo é semelhante ao usado para larva-aramé e pode ser feito simultaneamente. Amostras de 30 x 30 cm de solo devem ser analisadas utilizando uma peneira. A média de uma larva por amostra é suficiente para causar dano significativo. Neste caso, o tratamento do solo com inseticidas é necessário. Também funcionam medidas culturais de controle como, por exemplo, o preparo antecipado da área, a eliminação de hospedeiros alternativos e plantas voluntárias e destruição dos restos de cultura após a colheita.

Foto: [Charles Martins de Oliveira](#)



**Figura 2.** Bicho-bolo, Pão-de-galinha ou Corós.

## Brocas do colmo

Várias espécies de lepidópteros podem atacar as plantas do sorgo na região do coleto ou em todo o colmo inclusive o pedúnculo da panícula. Este grupo de pragas tem sido limitante na produção do sorgo em várias regiões da África e, no Brasil, na região Centro-oeste e Nordeste. Nas condições brasileiras, destacam-se principalmente duas espécies:

### Lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus* )

São lagartas que atacam a região do coleto da planta e ficam protegidas dentro de um casulo de teia e detritos que fica na superfície do solo ligado ao orifício de entrada para a galeria na planta.

**Importância econômica** - É uma praga esporádica com grande capacidade de destruição num intervalo curto de tempo. Seus danos estão associados à estiagem logo após a emergência das plantas, o que aumenta o período de susceptibilidade pelo atraso no desenvolvimento da planta e favorece a explosão populacional de lagartas na lavoura. Maiores danos são observados em solos leves e bem drenados, sendo sua incidência menor em sistemas de plantio direto.

**Sintomas de dano** - As lagartas recém-eclodidas iniciam raspando as folhas e dirigem para a região do coleto da planta, onde cava uma galeria vertical que, pela destruição do ponto de crescimento, provoca inicialmente murcha e posteriormente morte das folhas centrais causando o sintoma conhecido como "coração morto".

**Métodos de controle** - Em áreas de risco, deve ser usado o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos à base de tiodicarb, carbofuran ou imidacloprid (Tabela 01). Em condições de estresse hídrico, a eficiência do tratamento de sementes é reduzida. Nestes casos recomendando-se a aplicação de inseticidas com ação de contato e profundidade como, por exemplo, o clorpirifós.

Foto: Paulo Viana



**Figura 3.** Lagarta-elasmo (*Elasmopalpus lignosellus*).

### **Broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea spp.* )**

Os adultos desta praga são mariposas (Figura 5) que ovipositam (Figura 6) massas de ovos, com, em média, 12 ovos/postura, nas folhas do sorgo e de outras gramíneas, sendo também praga importante nas culturas da cana-de-açúcar, milho e arroz. Após a eclosão, as lagartas raspam o limbo foliar e dirigem internamente para a base da bainha das folhas por onde penetram no colmo e, ao se alimentarem, cavam galerias. Estas galerias normalmente

são verticais e ascendentes ou podem ser circulares seccionando o colmo. Em ambos os casos, as galerias podem ser contaminadas por fungos que provocam uma reação vermelha no interior do colmo, contribuindo para aumentar os danos (Figura 7).

**Importância econômica** - Os prejuízos são causados principalmente pelo quebramento das plantas o que pode ser agravado por ventos fortes e plantios muito adensados. Na região Centro-Oeste, as brocas-do-colmo têm sido problema sério em culturas anuais como milho, sorgo e arroz. Quando a infestação é na região do pedúnculo, pode provocar a morte da panícula com perda total das plantas atacadas.

**Sintomas de dano** - No início de desenvolvimento da cultura, os danos são semelhantes aos causados pela lagarta-elasma cujo sintoma é conhecido como "coração morto". Em plantas mais desenvolvidas, os danos podem causar tombamento das plantas com sintomas conhecidos como pescoço-de-ganso ou plantas com colmos quebrados.

**Métodos de controle** - Em áreas cultivadas com culturas anuais próximas às lavouras de cana-de-açúcar onde é utilizado o controle biológico, as culturas anuais se beneficiam desse controle. Entretanto, nos outros casos, o tratamento de sementes (Tabela 1) pode proteger as plantas do ataque da broca-da-cana no início de desenvolvimento, porém em estádios mais desenvolvidos o controle via pulverização, mesmo com inseticidas apresentando bom efeito de profundidade, tem apresentado resultados limitados. Medidas culturais como destruição dos restos culturais após a colheita reduzem significativamente a infestação nos próximos plantios.

Foto: Octávio Gabryel



**Figura 4.** Broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea spp.*).

Foto: Octávio Gabryel



**Figura 5.** Mariposas adultas.

Foto: Octávio Gabryel



**Figura 6.** Mariposas ovipositam massas de ovos.

Foto: Simone Mendes



**Figura 7.** Reação vermelha no interior do colmo.

## Pragas das folhas

Destaca-se neste grupo de pragas duas espécies de pulgões e duas de lepidópteros, cujas lagartas causam danos significativos no limbo foliar. Entre os pulgões, destaca-se o pulgão-verde que prefere se alimentar nas partes mais maduras das plantas e o pulgão-do-milho que apresenta preferência pelas partes novas das plantas.

### **Pulgão-verde (*Schizaphis graminum* )**

Apresentam coloração verde-limão, com três riscas mais escuras no dorso e alimentam-se na face inferior ou bainha das folhas mais maduras das plantas. É uma das pragas-chave para a cultura do sorgo. A reprodução é por partenogênese e devido seu potencial biótico pode formar grandes populações num período curto de tempo.

**Importância econômica** - - Esta praga infesta o sorgo desde a emergência das plantas até a maturação dos grãos. Tanto os adultos como as ninfas sugam seiva das folhas e introduzem toxinas que provocam bronzeamento e morte da área afetada que, dependendo da infestação, podem causar a morte de toda a planta. Os adultos, principalmente as formas aladas, são também importantes vetores de vírus como o do mosaico da cana-de-açúcar capaz de causar danos significativos ao sorgo.

**Sintomas de dano** - Embora o inseto infeste a face inferior das folhas, na face superior podem ser observadas manchas bronzeadas ou necrosadas. Devido à intensa sucção de seiva, os insetos produzem um volume significativo de excrementos que cobrem as folhas inferiores deixando-as pegajosas ou coberta com uma camada escura (fumagina). Também a presença de exúvias brancas e esses excrementos pegajosos nas folhas são sintomas de infestação pelo pulgão.

**Métodos de controle** - A extensão dos danos causados pelo pulgão-verde às plantas depende da densidade populacional, do estágio de desenvolvimento, vigor e suprimento de água das plantas. Medidas de controle devem ser tomadas se for observado, em média: uma folha amarela/planta, desde a emergência até 15 cm altura; uma folha quase morta/planta no estágio de 15 cm de altura até emborrachamento; duas folhas mortas/planta desde a emergência das panículas até maturação fisiológica. Em geral, a população dos pulgões é naturalmente controlada pela ação das chuvas e dos inimigos naturais. Na ausência desses fatores, a população desse inseto pode aumentar em até 10 vezes a cada semana. Preventivamente, a infestação de plântulas de sorgo pelo pulgão-verde pode ser evitada através do tratamento de sementes e/ou do solo com inseticidas sistêmicos. Nos casos de pulverização, deve-se dar preferência para o uso de inseticidas sistêmicos seletivos, pois os inimigos naturais têm papel muito importante na manutenção do equilíbrio biológico da população de pulgões no agroecossistema.

Foto: Simone Mendes





**Figura 8.** Pulgão-verde (*Schizaphis graminum* )

### **Pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis* )**

Nas plantas infestadas geralmente se observa insetos ápteros, de coloração verde azulada a negra geralmente nas partes novas das plantas.

**Importância econômica** - Tanto os adultos como as ninfas dessa espécie preferem infestar as partes mais novas das plantas, podendo atacar as gramíneas em geral. Durante a alimentação, posiciona-se na face superior da folha. Esta espécie diferencia-se da anterior por não introduzir toxina, sendo seus danos raramente detectados. Portanto, os prejuízos causados por esta espécie se tornam significativos somente quando a população de insetos é alta e a cultura está sob estresse hídrico ou quando há fonte de inóculo de viroses próximo à área de plantio.

**Sintomas de dano** - Nas plantas de sorgo sob estresse hídrico, acentuam-se os sintomas de folhas murchas ou com bordas necrosadas. No caso de virose, as folhas apresentam-se com mosaico verde claro sobre o fundo verde-escuro.

**Métodos de controle** - Normalmente, esta espécie não requer controle e uma leve infestação pode ser benéfica para atrair e manter inimigos naturais na área, tais como parasitoides e predadores, importantes agentes de controle biológico das outras espécies de pragas mais nocivas, principalmente o pulgão-verde. Em condições críticas, recomenda-se o mesmo tratamento indicado para o pulgão-verde.





**Figura 9.** Pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis*).

## Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* )

São larvas de mariposas encontradas, normalmente, dentro do cartucho das plantas durante o dia e com atividade intensa de migração durante a noite.

**Importância econômica** - As fêmeas, depois do acasalamento, depositam massas de ovos (aproximadamente 150 ovos/postura) nas folhas. Após a emergência, as lagartas de primeiro ínstar raspam o limbo foliar e migram para o cartucho da planta ovipositada e adjacentes a esta. As folhas novas são danificadas dentro do cartucho e quando se abrem, apresentam lesões simétricas nos dois lados do limbo foliar. Os danos são causados pela redução da área foliar. Nos dois últimos instares, as lagartas consomem grande quantidade de alimento provocando os maiores danos que pode reduzir até 27% da produção de grãos. Nos últimos anos, esta espécie tem sido uma das principais pragas na cultura do sorgo.

**Sintomas de dano** - No início da infestação, podem ser observadas folhas raspadas, mas lagartas maiores alimentam-se no "palmito" (antes das folhas se abrirem) causando lesões que se apresentam simétricas após a abertura das folhas. Em infestações tardias, o limbo foliar das últimas folhas pode ser totalmente consumido restando apenas a nervura principal (Figura 11).

Foto: Simone Mendes





**Figura 10.** Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

Foto: Simone Mendes



**Figura 11.** O limbo foliar totalmente consumido.

**Métodos de controle** -Embora o sorgo seja mais resistente que o milho à lagarta-do-cartucho, há híbridos de sorgo tão susceptíveis à lagarta-do-cartucho quanto o milho, apresentando redução de até 27% na produção de grãos. Portanto, para as cultivares de sorgo susceptíveis, os níveis de controle da lagarta-do-cartucho são semelhantes aos do milho. Para o eficiente controle químico dessa praga, é importante que o produto atinja o interior do cartucho da planta. Portanto, recomenda-se a pulverização com inseticidas em alto volume (Tabela 1). Produtos com ação de profundidade tendem a ser mais eficientes no controle de *S. frugiperda*. Deve-se estar atento para usar produtos seletivos para evitar o desequilíbrio biológico o que pode resultar numa alta infestação do sorgo pelo pulgão-verde.

### **Lagarta militar ou coruquerê-dos-capinzais ( *Mocis latipes* )**

Os adultos são mariposas de coloração pardo-acinzentadas, com aproximadamente 4,2 cm de envergadura, apresentando uma linha escura transversal na asa anterior.

**Importância econômica** - os prejuízos são devido à redução da área foliar das plantas e são maiores se a cultura for com o objetivo de produzir silagem. Em anos e/ou locais críticos os insetos podem consumir todo o limbo foliar com perdas totais.

**Sintomas de dano** - As lagartas atacam primeiro as folhas baixas e não raramente todas as folhas são destruídas. A infestação inicia-se geralmente pelas bordas das lavouras ou nas reboleiras infestadas por plantas daninhas. As lagartas são facilmente reconhecidas pelo caminhar tipo "mede palmo" e pela coloração brilhante, sendo o fundo verde-escuro com listras castanho-escuras, margeadas por faixas amarelas, ambas longitudinais.

**Métodos de controle** - Como são lagartas que se alimentam nas folhas abertas, ficam portanto mais expostas do que a lagarta-do-cartucho, tornando-se mais vulneráveis, tanto ao controle natural como às ações artificiais de controle. Além dos lagartocidas normalmente utilizados, esta espécie pode também ser controlada com os produtos a base de *Bacillus thuringiensis*.

## Pragas na panícula do sorgo

### Mosca-do-sorgo ( *Stenodiplosis sorghicola* )

São pequenas moscas de coloração alaranjadas normalmente observadas ovipositando em flores abertas de gramíneas do gênero *Sorghum*.

**Importância econômica** - A mosca-do-sorgo causa danos diretamente nos grãos em formação e as espiguetas infestadas são totalmente perdidas. As infestações podem chegar a níveis elevados causando perdas totais nas lavouras de sorgo granífero. Esta é uma das pragas-chave para a cultura do sorgo cultivado na época do verão. Nas áreas onde se cultiva safrinha e as temperaturas durante o florescimento são amenas, a infestação por esse inseto é muito reduzida e desprezível na maioria dos casos.

**Sintomas de dano** - Como as larvas se alimentam do cariópse em formação, os danos são vistos somente após a granação onde é observado um grande número de espiguetas chochas.

**Métodos de controle** - Na fase de larva, é praticamente impossível controlar essa praga, pois a larva fica protegida dentro da espiguetas do sorgo. Portanto, o controle efetivo da mosca depende da integração de várias estratégias para reduzir a população dos adultos ovipositando na lavoura. Assim, são recomendadas várias medidas culturais tais como: a eliminação do sorgo selvagem nas áreas próximas ao plantio comercial para evitar a multiplicação do inseto antes do florescimento das plantas; o plantio cedo para que floresça antes da ocorrência do pico populacional da mosca; bom preparo do solo; plantio num curto período de tempo; uso de híbridos que permitam a floração uniforme para evitar a multiplicação da mosca nas plantas que florescerem primeiro. O controle químico deve ser o último recurso e somente quando os levantamentos realizados de três em três dias durante o florescimento indicarem em média uma fêmea/panícula. Tanto os levantamentos quanto as pulverizações devem ser realizados pela manhã quando as fêmeas estão ovipositando.

### Lagarta-da-espiga do milho (*Helicoverpa zea*) e Lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*)

As lagartas dessas duas espécies podem também atacar a panícula do sorgo durante o período de enchimento de grãos.

**Importância econômica** - A postura é feita durante o florescimento e as lagartas alimentam-se dos grãos em formação, causam prejuízo direto na produção. Nas condições brasileiras não se tem tido notícias de problemas causados por esses insetos à panícula do sorgo.

**Sintomas de dano** - A alimentação dos insetos nos grãos leitosos causam perdas diretas e indiretas pela contaminação, dos grãos danificados, por fungos. Os danos são semelhantes aos causados por pássaros.

**Métodos de controle** - O controle natural é altamente eficiente e somente sob condições de desequilíbrio biológico a interferência do produtor é necessária. Neste caso, o controle pode ser feito através da pulverização que deve ser realizada somente quando os levantamentos indicarem uma média de duas lagartas/ panícula.

## Percevejos da panícula

Várias espécies de percevejos fitófagos infestam a panícula de sorgo durante o desenvolvimento dos grãos. Para facilitar o manejo, poderíamos dividi-los em dois grupos principais: os percevejos grandes, ex.: Percevejo-gaucho (*Leptoglossus zonatus*), Percevejo-verde (*Nezara viridula*) e Percevejo-pardo (*Thyanta perditor*) e percevejos pequenos (Percevejo-do-sorgo (*Sthenaridea carmelitana*) e Percevejo-chupador-do-arroz (*Oebalus* spp. ).

**Importância econômica** - Tanto as ninfas como os adultos desses insetos alimentam-se principalmente nos grãos em enchimento e, menos freqüentemente, das partes da panícula. Dependendo da população, os percevejos podem causar danos econômicos expressivos reduzindo até 59,5% do peso dos grãos e mais de 98% na germinação e vigor das sementes. Portanto, constituem problemas principalmente nos campos de produção de sementes.

**Sintomas de dano** - Devido à sucção de seiva dos grãos, estes tornam-se manchados e ficam reduzidos no tamanho. Portanto, panículas com grãos mal formados e manchados constituem no principal sintoma de danos. Algumas espécies podem também inocular agentes fitopatogênicos nos grãos.

**Métodos de controle** - O controle natural é feito por parasitóides de ovos, entretanto, a população desse tipo de praga tem se tornado cada vez mais freqüente no campo. O controle químico fica limitado pela dificuldade de entrar com o trator no campo. Quando é possível utilizar outros métodos de aplicação (água de irrigação ou pulverização aérea), recomenda-se iniciar o controle quando os levantamentos indicarem 12 percevejos pequenos ou quatro percevejos grandes/panícula. O controle dos percevejos pode ser feito com inseticidas fosforados ou carbamatos.

**Tabela 1.** Inseticidas registrados para o controle de insetos- praga na cultura do milho – Consulta Agrofit - Setembro 2012 SC - Suspensão concentrada III.

Nome científico	Nome comum	Ingrediente ativo	Nome Comercial	Form.	DOSE	Classe toxicológica	tec Aplicação	Fabricante A
<i>Dichelops melacanthus</i>	Percevejo barriga verde	tiametoxam (neonicotinóide)	Adage 350 FS	FS Suspensão	300 a 500 ml/100 kg sementes	III	Trat. Sementes	Syngenta Prot. Cult. LTDA
<i>Dichelops melacanthus</i>	percevejo barriga verde	tiametoxam (neonicotinóide)	Cruiser 350 FS	FS Suspensão	100 a 150 ml/100 kg sementes	III	Trat. Sementes	Syngenta Prot. Cult. LTDA
<i>Dichelops melacanthus</i>	percevejo barriga verde	tiametoxam (neonicotinóide)	Cruiser 350 FS	FS Suspensão	100 a 150 ml/100 kg sementes	III	Trat. Sementes	Syngenta Prot. Cult. LTDA

<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Lagarta Elasma	imidacloprido (neonicotinóide) + tiodicarbe (metilcarbamato de oxima)	Cropstar	SC - Suspensão concentrada	1,25 a 1,5 L/100 kg semente	II	Trat. Sementes	Bayer S.A
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta do cartucho	imidacloprido (neonicotinóide) + tiodicarbe (metilcarbamato de oxima)	Cropstar	SC - Suspensão concentrada	0,5 a 1 L/100 kg semente	II	Trat. Sementes	Bayer S.A
<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Lagarta Elasma	tiodicarbe (metilcarbamato de oxima)	Futur 300	SC - Suspensão concentrada	2 L/100 kg sementes	III	Trat. Sementes	Bayer S.A
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta do cartucho	tiodicarbe (metilcarbamato de oxima)	Futur 30	SC - Suspensão concentrada	3 L/100 kg sementes	III	Trat. Sementes	Bayer S.A
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta do cartucho	deltametrina (piretróide)	Decis 25 Ec	EC - Concentrado Emulsionável	199 ml/ha	III	Terrestre/Aérea	Bayer S.A
<i>Stenodiplosis sorghicola</i>	Mosca do Sorgo	deltametrina (piretróide)	Decis 25 Ec	EC - Concentrado Emulsionável	200 ml/ha	III	Terrestre/Aérea	Bayer S.A
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta do cartucho	lambda-cialotrina (piretróide) + tiametoxam (neonicotinóide)	Eforia	SC - Suspensão concentrada	150 a 200 ml/ha	III	Terrestre/Aérea	Syngenta Prot. Cult. LTDA
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta do cartucho	lambda-cialotrina (piretróide) + tiametoxam (neonicotinóide)	Engeo Pleno	SC - Suspensão concentrada	150 a 200 ml/ha	III	Terrestre	Syngenta Prot. Cult. LTDA
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta do cartucho	clorpirifós (organofosforado)	Lorsban 480 BR	EC - Concentrado Emulsionável	500 a 750 ml/ha	II	Terrestre/Aérea	Dow Agrocience Ind. LTDA
<i>Stenodiplosis sorghicola</i>	Mosca do Sorgo	clorpirifós (organofosforado)	Lorsban	EC - Concentrado Emulsionável	620 ml/ha	II	Terrestre/Aérea	Dow Agrocience Ind. LTDA
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta do cartucho	lambda-cialotrina (piretróide) + tiametoxam (neonicotinóide)	Platinum Neo	SC - Suspensão concentrada	150 a 200 ml/ha	III	Terrestre/Aérea	Syngenta Prot. Cult. LTDA
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta do cartucho	espinosade (espinosinas)	Tracer	SC - Suspensão concentrada	30 a 60 ml/ha	IV	Terrestre/Aérea	Dow Agrocience Ind. LTDA
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta do cartucho	clorpirifós (organofosforado)	Vexter	EC - Concentrado Emulsionável	500 a 700 ml/ha	II	Terrestre/Aérea	Dow Agrocience Ind. LTDA
<i>Stenodiplosis sorghicola</i>	Mosca do Sorgo	clorpirifós (organofosforado)	Vexter	EC - Concentrado Emulsionável	620 ml/ha	II	Terrestre/Aérea	Dow Agrocience Ind. LTDA

Fonte: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).

## Inimigos naturais de pragas na cultura do sorgo

No agroecossistema, a população de insetos está sujeita a uma série de fatores ambientais, cujas combinações determinam o aumento ou redução da sua densidade. O resultado da ação dos fatores desfavoráveis a uma determinada espécie é denominado - controle natural. Além dos fatores climáticos, vários organismos como vírus, bactérias, fungos, nematóides, artrópodes, pássaros etc., contribuem para o balanço das espécies pragas. A introdução, o aumento ou a preservação desses agentes de controle biológico são muito importantes para manter a população de insetos e ácaros fitófagos em equilíbrio e abaixo dos níveis de dano econômico para a cultura. Entre os predadores destacam-se as tesourinhas, larvas de Syrphidae, chrisopídeos (*Chrysoperla esterna*), percevejos do gênero *Orius* e *Geocoris* sp. e várias espécies de coleópteros das famílias Carabidae e Coccinellidae, como as joaninhas (ex. *Hippodamia congergens*) que são importantes agentes de controle biológico principalmente dos pulgões. Existem também várias espécies de parasitóides (ex. *Aphidius* spp. ) e microorganismos que desempenham papel importante na manutenção do balanço ecológico das principais espécies-pragas. Assim, o desafio para as pesquisas na área do controle biológico das pragas na cultura do sorgo, visando o manejo integrado, é a avaliação da seletividade dos novos inseticidas para a utilização em situações emergenciais e a determinação dos níveis de não controle em função da densidade populacional da espécie-alvo e de seus respectivos inimigos naturais considerando os diferentes níveis de susceptibilidade dos híbridos disponíveis no mercado.

## Considerações finais

A opção pelo plantio do sorgo na época de segunda-safra no País, permitiu, que problemas relacionados com as pragas tradicionais no País como a mosca-do-sorgo e o pulgão-verde fossem relativamente equacionados. No entanto, pragas como a lagarta-do-cartucho tem se tornado uma praga importante para a cultura do sorgo safrinha.

Na safrinha, tanto no milho como no sorgo, tem-se registrado um aumento da incidência da lagarta-do-cartucho. Mesmo no verão, a incidência dessa espécie tem aumentado. Entretanto, métodos alternativos de controle dessa praga necessitam ser implementados, pois o uso somente do controle químico pode ser desastroso, especialmente para o sorgo, pois a eliminação dos inimigos naturais poderá provocar um aumento drástico da população de pulgão-verde que é, sem dúvida, muito mais prejudicial para a cultura do sorgo que a lagarta-do-cartucho.

Em geral, também tem sido observado um aumento da incidência da broca-da-cana que pode ser consequência do aumento da área com o plantio direto e da ausência de períodos de entressafra definidos, deixando nas áreas além de colmos de gramíneas (como o milho, sorgo e milheto), uma ponte verde, permite a sobrevivência de larvas da *D. saccharalis*, aumentando assim sua população ano após ano. Como o controle químico dessa praga é extremamente difícil, devido ao seu sítio de alimentação, medidas culturais como trituração mecânica dos restos culturais da palhada torna-se uma medida essencial para a redução da população dessa espécie. O controle biológico também é possível, entretanto, mais estudos são necessários para ajustar os atuais métodos utilizados na cultura da cana-de-açúcar para as culturas anuais, sobretudo em função do curto período que a cultura fica no campo.

No atual sistema de produção do sorgo safrinha, pode ser enfatizado que os dois principais problemas (tradicionais) de insetos-praga (mosca-do-sorgo e pulgão-verde) estão razoavelmente resolvidos. Entretanto, novas alternativas precisam ser implementadas para regulação das populações de *S. frugiperda* e *D. saccharalis* tendo em vista o aumento da incidência dessas espécies nas culturas hospedeiras anuais em geral (milho, sorgo, arroz, cana-de-açúcar e milheto). Portanto, como recomendação geral, uma proposta para reduzir os danos causados por essas espécies nessas culturas seria o manejo em grandes-áreas. Isto implicaria na utilização de vários métodos de controle de forma estratégica para manter essas populações sob controle em unidades de agroecossistemas (ex. microbacias), que parece ser o caminho para sustentabilidade no manejo de pragas.

**Autores deste tópico:** José Magid Waquil, Paulo Afonso Viana, Simone Martins Mendes

## Colheita e pós-colheita

O agricultor deve integrar a colheita ao sistema de produção e planejar todas as fases, para que o grão colhido apresente bom padrão de qualidade. Nesse sentido, várias etapas, como a implantação da cultura até o transporte, secagem e armazenamento dos grãos, têm de estar diretamente relacionadas.

A qualidade do grão de sorgo é função dos fatores pré-colheita, da colheita propriamente dita e da pós-colheita. No grão, após colhido, somente é possível manter sua qualidade, obtida no campo e remanescente da etapa de colheita. Com isso, para que se obtenha grãos de sorgo com boa qualidade final, é preciso que se planeje toda a cadeia produtiva.

Uma característica positiva dos grãos de sorgo é a possibilidade de serem armazenados por longo período de tempo, sem perdas significativas da qualidade. Sobre o ambiente dos grãos de sorgo armazenados exercem grande influência fatores como características da cultivar temperatura, umidade, arejamento, microrganismos, insetos e pássaros.

## Regulagem da colheitadeira

O agricultor deve integrar a colheita ao sistema de produção e planejar todas as fases, para que o grão colhido apresente bom padrão de qualidade. Nesse sentido, várias etapas, como a implantação da cultura até o transporte, secagem e armazenamento dos grãos, têm de estar diretamente relacionadas.

Para um melhor escoamento da safra depois de colhida, alguns aspectos devem ser levados em consideração desde o planejamento de instalação. Num sistema de produção em que, por exemplo, o sorgo vai começar a ser colhido com o teor de umidade superior a 14%, há necessidade de tomar cuidado com alguns pontos decisivos: área total plantada e data de plantio de cada gleba; produtividade de cada gleba; número de dias disponíveis para a colheita; número de colhedoras; distância entre os silos e as glebas; número de carretas graneleiras; velocidade da colheita; número de horas de colheita/dia; teor de umidade do grão; capacidade do secador, e capacidade do silo de armazenamento.

O ponto ideal para colheita depende do tipo e da finalidade de uso da cultivar de sorgo.

- Para a colheita de grãos, o ponto ideal está entre 17% e 14 % de umidade com secagem artificial. Sem recursos para secagem artificial, a colheita só poderá ser feita quando a umidade cair para 12% a 13%. O produtor de sorgo granífero deve se lembrar que após a colheita a umidade dos grãos sobe sempre 1 a 1,5 pontos percentuais em relação à umidade da amostra sem detritos verdes. Para ensilagem, o ponto ideal é quando a planta inteira atinge pelo menos 30% de matéria seca. Na prática, o produtor poderá se basear no ponto de formação da camada preta ou ponto de maturação fisiológica. Para corte verde, o ponto ideal é quando a planta atinge o estágio de emborrachamento ou a idade de 50 a 55 dias pós-semeadura. Para pastejo e fenação, o ponto ideal está entre 0,80 a 1,00 de altura, ou a idade de 30 a 40 dias pós-semeadura ou início da rebrota.
- Para cobertura morta, a planta deverá ter mais ou menos 1,5m de altura.

Para melhorar o rendimento, as áreas devem ser divididas com carregadores, de forma a facilitar a movimentação da colhedora e o escoamento da colheita pelas carretas ou caminhões.

Diferença de produtividade das glebas, assim como desuniformidade nas condições da cultura no campo, também podem alterar a capacidade efetiva de utilização da colhedora; isto é, a quantidade de sorgo colhida em determinada área, por unidade de tempo.

A fim de obter uma boa colheita, devem ser considerados também itens como a regulagem do espaçamento entre cilindro e côncavo, a velocidade de rotação do cilindro e o teor de umidade do grão, bem como a qualidade do grão e as perdas.

## Qualidade dos grãos

O conjunto formado pelo cilindro e o côncavo constitui-se no que pode ser chamado de "coração" do sistema de colheita, e exige muita atenção na hora da regulagem para se obter uma colheita de grãos de alta qualidade. O cilindro adequado para a debulha do sorgo é o de barras, e a distância entre este e o côncavo é regulada de acordo com a recomendação do fabricante. A distância deve ser tal que o grão de sorgo seja trilhado sem ser quebrada.

Outro ponto fundamental diz respeito à relação entre a rotação do cilindro e o teor de umidade. A rotação do cilindro debulhador é regulada conforme o teor de umidade dos grãos; ou seja, quanto mais úmidos, maior será a dificuldade de trilha, exigindo maior rotação do cilindro batedor. À medida que os grãos vão perdendo umidade, eles se tornam mais quebradiços e mais fáceis de serem destacados, sendo necessário reduzir a rotação de trilha.

A regulagem de RPM do cilindro e a abertura entre o cilindro e o côncavo é uma decisão entre a opção de perda e grãos quebrados, sem nunca ter os dois fatores 100% satisfatórios. Por exemplo, em caso de sementes, pode-se optar por uma perda maior, com menos grãos quebrados.

Pesquisas realizadas na Embrapa Milho e Sorgo, com uma colhedora automotriz, confirmam que, em teores de umidade mais altos, há uma maior dificuldade para se destacar a semente da panícula, sendo recomendado colher com rotações na faixa entre 500 e 600 rpm. À medida que os grãos vão secando no campo, as rotações mais baixas são recomendadas, pela facilidade de trilhar, além de reduzir risco de danificação mecânica na semente.

Durante a regulagem do sistema de trilha, devem ser verificadas algumas partes da colhedora como: tanque graneleiro, para ver se há grãos quebrados; elevador da retilha, para saber se há muito material voltando para o sistema de trilha, e saída da máquina, a fim de verificar se está saindo grão preso à panícula.

## Perdas

Além dos danos mecânicos, a colheita pode ser avaliada através de perdas no campo, que servem como indicador para regulagem da colhedora. Existem quatro tipos de perdas:

**Pré-colheita** - O primeiro tipo de perda ocorre no campo sem nenhuma intervenção da máquina de colheita e deve ser avaliada antes de iniciar a colheita mecânica. Essa avaliação tem, também, o objetivo de saber se uma cultivar apresenta ou não problemas de quebramento excessivo de colmo, se é adaptada ou não para colheita mecânica.

**Plataforma** - As perdas de panículas na plataforma são as que causam maior preocupação, uma vez que apresentam efeito significativo sobre a perda total. Podem ter sua origem na regulagem da máquina de colheita, mas de maneira geral, estão relacionadas com: a adaptabilidade da cultivar à

colhedora (uniformidade da altura das panículas, porcentagem de acamamento de plantas, porcentagem de quebramento de plantas) e parâmetros inerentes à máquina de colheita (velocidade de deslocamento, altura da plataforma, e regulagem do espaçamento entre molinete e barra de corte).

**Grão soltos** - As perdas de grãos soltos (separação) e de grãos na panícula estão relacionadas com a regulagem da máquina. No final da linha, recebe um fluxo menor de plantas e, com isso, trilha um pouco a panícula,. As perdas por separação são ocasionadas quando ocorre sobrecarga no saca-palha, peneiras superior ou inferior um pouco fechadas ventilador com rotação excessiva, sujeira nas peneiras.

**Grãos na panícula** - Esse tipo de perda ocorre em função da regulagem do cilindro e côncavo e apresentam como possíveis causas a grande folga entre cilindro e côncavo, velocidade elevada de avanço, baixa velocidade do cilindro trilha, barras do cilindro estão tortas ou avariadas, côncavo está torto e existência de muito espaço entre as barras do côncavo.

Nos teores de umidade mais altos, testes indicaram que a perda de grãos na panícula foi o que mais contribui para o aumento da perda total. Por isso, rotações mais altas (600 a 700 rpm) são mais indicadas.

Nos teores de umidade mais baixos, a perda de panículas após a colheita foi a maior responsável pelas perdas totais, e a rotação mais indicada está na faixa de 400 a 600 rpm.

A secagem natural do sorgo no campo traz benefícios no sentido de economizar energia na secagem artificial, mas, à medida que o sorgo seca, diminui a concorrência com as plantas daninhas, aumentando a incidências destas. Este fato traz inúmeros problemas para a operação de colheita mecânica, como, por exemplo, o embuchamento das colhedoras com plantas daninhas, impedindo que as máquinas tenham bom desempenho.

## Exemplo de cálculo para uso da colhedora

Considerando-se uma colhedora trabalhando a uma velocidade de 5 km/h e com plataforma de 3,6m, em um campo cuja produtividade é de 6.000 kg/ha, a capacidade teórica de colheita é:

$$\text{Capacidade teórica} = \frac{(5000 \text{ m/h} \times 3,6 \text{ m})}{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 1,8 \text{ ha/h}$$

Se no período de uma hora foram colhidos 1,42 ha de sorgo, a eficiência de campo é igual a:

$$\text{Eficiência de campo} = \frac{1,42 \times 100}{1,8} = 80\%$$

No caso de colheita mecânica, são aceitáveis valores médios de eficiência de campo entre 70% e 80% ou, em outras palavras, 20% a 30% do tempo perdido em manobras, desembuchamento, consertos, entre outros.

Considerando que as áreas a serem colhidas, de modo geral, apresentam produtividades (t/ha) desuniformes, é importante relacionar a capacidade efetiva de trabalho em t/h. Se, por exemplo, uma determinada colhedora automatizada estiver trabalhando em dois locais diferentes, campos A e B, com produtividades de 7 t/ha e 3 t/ha, respectivamente, e eficiência de campo de 80%, o tempo necessário para colher o campo B poderá ser menor, mas a

quantidade colhida por tempo, é maior em A. Justifica-se, assim, a redução da velocidade de colheita, para evitar embuchamento. Pode-se, então, fazer o seguinte cálculo de Capacidade Efetiva de Trabalho (CET):

Campo A: velocidade 3 km/h

$$\text{CET} = \frac{(3.000 \text{ m/h} \times 3,6 \text{ m} \times 0,8 \times 7.000 \text{ kg/ha})}{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 6.048 \text{ kg/h}$$

Campo B: Velocidade 5 km/h

$$\text{CET} = \frac{(5.000 \text{ m/h} \times 3,6 \text{ m} \times 0,8 \times 3.000 \text{ kg/ha})}{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 4.320 \text{ kg/h}$$

**Conclusão:** Em colheita mecânica, a eficiência é medida em t/h e não em t/ha, como pode ser visto no exemplo acima. Campos de produção com produtividades altas necessitam redução de velocidades de trabalho para evitar embuchamento, mas apresentam eficiência de colheita por hora excelente.

## Secagem e armazenamento

### Introdução

A qualidade do grão de sorgo é função dos fatores pré-colheita, da colheita propriamente dita e da pós-colheita. No grão, após colhido, somente é possível manter sua qualidade, obtida no campo e remanescente da etapa de colheita. Com isso, para que se obtenha grãos de sorgo com boa qualidade final, é preciso que se planeje toda a cadeia produtiva.

### 1. Fatores pré-colheita

São todos aqueles que se referem à fase de produção do sorgo, envolvendo cultivar escolhida, clima na época de cultivo e colheita, os tratos culturais, culminando com a colheita, na qual se pode comprometer a qualidade obtida no campo.

**1.1. Cultivar:** talvez este ainda seja o item mais difícil de se manejar em termos de qualidade pós-colheita do sorgo, pois os programas de melhoramento, em geral, ainda estão na fase de desenvolver genótipos para determinadas condições edafoclimáticas e resistência a pragas. No futuro, deve-se dar ênfase a genótipos com qualidade nutricional superior, aliada a boa conservação pós-colheita.

**1.2. Clima e safra:** o sorgo pode ser produzido e colhido em duas épocas contrastantes do ano: aqueles plantados a partir do início da época das chuvas, constituirão a "safra das chuvas", estando muito úmidos na colheita, e aqueles plantados a partir de janeiro e que serão colhidos em época seca, estando com menor umidade na panícula ("safra das secas"). Esta diferença será considerada, mais adiante, ao se discutir a secagem dos grãos, porém já se pode relatar que os primeiros serão mais susceptíveis à pragas.

**1.3. Manejo da lavoura:** quando se conduz a lavoura adequadamente, ou seja, com adubações equilibradas, aplicação correta de agroquímicos, espaçamento adequado, entre outros itens, a tendência é se obter grãos com a qualidade desejada e projetada para determinada cultivar e para o sistema de produção planejado.

**1.4. Tipo de colheita e perdas:** a colheita manual permite menores perdas, consistindo no corte da panícula com facão, remoção destas do campo para o terreiro e bateção da panícula em obstáculo para liberar os grãos, deixando-os secar ao sol para terminar a secagem. A colheita mecânica é mais barata e viável para grandes produções, embora se espere perdas superiores. As colheitadeiras disponíveis fazem a colheita, bateção, limpeza e ensaque dos grãos de sorgo.

## 2. Limpeza

Etapa em que se remove as impurezas, tais como terra, restos de plantas e de insetos. O grão de sorgo, em geral, carrega mais impureza que outros grãos, acarretando problemas que serão descritos mais adiante, na secagem. Extremamente necessária para que se reduza a possibilidade de infestação de insetos na fase de armazenamento, reduzindo a possibilidade de problemas na secagem. A colheita mecanizada promove maior sujeira dos grãos, pela movimentação das máquinas, que levantam as partículas de solo mais finas. Pode ser feita mecanicamente, por meio de máquinas de pré-limpeza, ou manualmente, por meio de peneiras.

## 3. Secagem

É a etapa em que se reduz a umidade dos grãos para percentuais que minimizem sua atividade metabólica e a possibilidade de ataque de insetos. É fundamental para o eficiente armazenamento do sorgo. Ao se reduzir a umidade do sorgo, garantem-se melhores germinação e vigor da semente, além de se reduzir a deterioração primária, devido a insetos, e secundária, devido a fungos.

**3.1. Natural:** realiza-se em terreiros, ao se utilizar os recursos naturais de energia solar e eólica. Pode ser utilizada para o sorgo da "safra das secas", uma vez que as panículas apresentam-se com baixa umidade. Deve seguir os seguintes passos: espalhamento no terreiro, aquecimento natural pelo sol, revolvimento das camadas de grãos para aeração e uniformização e, finalmente, abafamento, visando maior uniformidade de secagem.

**3.2. Artificial:** Deve ser aplicada nos grãos de sorgo da "safra das chuvas", pois as panículas colhidas estão muito úmidas nesta época. Os secadores podem utilizar aquecedores ou não. Caso se utilize, a secagem será mais rápida; porém, deve-se evitar que a temperatura ultrapasse 60 °C, para que não se comprometa a qualidade dos grãos de sorgo. Pode ser feita em secadores, antes do armazenamento, ou no próprio silo metálico.

**3.2.1. Secadores comerciais:** existem no mercado secadores que secam o sorgo em lotes ou continuamente. É preciso controlar o fluxo de ar pois a massa de grãos de sorgo oferece resistência à passagem do ar podendo trazer problemas ao equipamento, aquecendo-o em demasia. Deve-se fazer boa manutenção do equipamento, não deixá-lo trabalhar somente no automático, sem que tenha alguém acompanhando a secagem e monitorando a temperatura da massa e do equipamento.

**3.2.2. Secadores acoplados a silos:** pode ser realizada com ar natural, eliminando o risco de explosão do equipamento e reduzindo custos. O clima desfavorável no momento da secagem pode atrasar a secagem e é importante monitorar a secagem acompanhando o fluxo do ar [ideal: 30m<sup>3</sup>(min.ton)-1] e a umidade da massa de grãos, em diferentes pontos, de modo a se avaliar a eficiência da secagem. O ideal é se realizar a secagem

gradativa dos grãos, ao se encher o silo. Assim, coloca-se uma camada de 1,4 m + 0,4 m de altura e procede-se a secagem até que os grãos da parte superior estejam com, no máximo, 15% de umidade. Coloca-se nova camada, elevando a altura da coluna de grãos para 2,2 m, aproximadamente, repetindo-se a secagem. Nova camada deve ser colocada completando-se a altura da coluna para 3,0 m. Quando os grãos da superfície superior estiverem com 15% de umidade, a ventilação deve voltar a ser realizada sempre que a umidade relativa do ar estiver com menos de 75%, até que a massa de grãos esteja com 12% de umidade. Nunca se deve utilizar o ventilador em caso de chuva. Caso esta perdure, o ventilador deve ser utilizado por 2 a 3 horas por dia, somente, com o objetivo único de se reduzir a temperatura dos grãos. A utilização de ar aquecido remove a umidade dos grãos mais rapidamente, porém deve-se utilizar camadas de 0,5 m em cada etapa da secagem descrita acima, evitando-se excessiva elevação de temperatura da massa e deterioração dos grãos das camadas superiores, devido a elevação de temperatura e umidade remanescente. Após esta fase, deve-se proceder aeração do lote, para redução da temperatura para menos de 32 °C. Em condições de alta umidade (chuva ou UR elevada), deve-se interromper a aeração. Esta operação é importante para renovação do ar no interior do silo e deve ser realizada 2 ou 3 vezes por mês, por 1 hora.

**3.3. Mista:** consiste na associação das duas técnicas anteriores, na sequência apresentada, de modo a utilizar a secagem artificial apenas como complemento da secagem natural, em sorgo não muito úmido, oriundo de "safra das secas", reduzindo os gastos com energia e acelerando um pouco o processo.

## 4. Armazenamento

É a etapa em que se acondiciona os grãos de sorgo com objetivo de conservá-lo para posterior consumo ou comercialização, com suas características biológicas, físico-químicas, nutricionais e sensoriais preservadas o máximo possível. É conveniente lembrar que os processos anteriores e o armazenamento, por mais bem efetuados, não irão melhorar a qualidade do grão de sorgo. Poderão apenas preservá-la. Pode ser feita em armazéns de alvenaria ou em silos metálicos, como já visto acima.

**4.1. Em armazém:** deve ser projetado de modo a possuir boa ventilação, conforto térmico e reduzida umidade. Em geral, utiliza-se sacaria para o armazenamento do sorgo nestas instalações. Assim, deve-se evitar reutilizar sacarias. Não sendo possível, deve-se expurgá-la antes da reutilização. As sacarias devem ser colocadas sob estrado, afastadas das paredes e empilhadas de modo a se obter coluna com vão central, garantindo-se a circulação de ar, reduzindo a possibilidade de focos de insetos e roedores. Deve-se garantir afastamento entre os lotes de pilhas de sacaria, para facilitar as etapas de carregamento e descarregamento do sorgo, pelos operadores ou carregadoras mecânicas (hidráulica ou motorizada).

**4.2. Em silos metálicos:** como já descrito, este tipo de instalação permite a secagem e aeração dentro do próprio silo. Além disso, a aeração pode ser feita pela transferência da massa de grãos de um silo para outro, em processo conhecido como transilagem, reduzindo sua temperatura e renovando a atmosfera.

## 5. Higienização das instalações e controle de pragas

Etapa fundamental para a conservação da qualidade. Antes de se colocar os grãos de sorgo no armazém ou no silo deve-se realizar a limpeza e aplicação de inseticidas. Deve-se eliminar focos de insetos e de roedores, telando ralos e aberturas. Após isto, pode-se realizar os procedimentos de expurgo ou o controle químico.

**5.1. Expurgo:** o expurgo pode ser feito nas instalações vazias para higienização, no sorgo antes de ser armazenado ou quando já se armazenaram os grãos. É realizado com pastilhas de fosfina, vedando-se totalmente o ambiente com lonas. É preciso ter cuidado na aplicação, pois existe o problema de explosão em caso de superdosagem ou contato com água. Seu efeito residual é curto, requerendo controles químicos posteriores em armazenamento prolongado.

**5.2. Controle químico:** é feito por pulverização ou polvilhamento de grãos ou de sacarias. Deve-se utilizar somente produtos recomendados, na dosagem ideal, respeitando-se os prazos de carência. Assim, evitam-se problemas de contaminação, intoxicação, resistência das pragas e de resíduos que reduzem sua qualidade.

## Controle de pragas de grãos de sorgo armazenados

Uma característica positiva dos grãos de sorgo é a possibilidade de serem armazenados por longo período de tempo, sem perdas significativas da qualidade. Sobre o ambiente dos grãos de sorgo armazenados exercem grande influência fatores como características da cultivar temperatura, umidade, arejamento, microorganismos, insetos e pássaros. As principais pragas do grão de sorgo armazenado são o gorgulho, *Sitophilus zeamais* (Figura 1) e a traça dos cereais, *Sitotroga cerealella* (Figura 2). Além destes, eventualmente, ocorrem o rizoperta, *Rhyzopertha dominica* (Figura 3) e o tribólio, *Tribolium castaneum* (Figura 4). Eles podem ocorrer em qualquer sistema de armazenagem de sorgo.

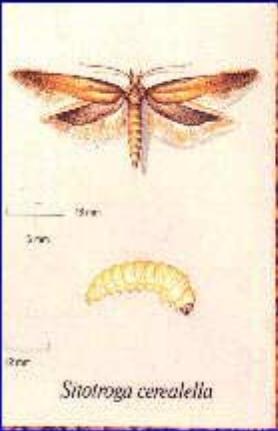
Fonte: Jamilton Pereira dos Santos



**Nome científico:** *Sitophilus zeamais*  
**Nome comum:** Gorgulho do milho  
**Danos:** praga primária, aprofunda na massa de grãos contaminantes, ataca sementes de gamíneas, provocam perda de peso, no valor nutritivo e afeta germinação e vigor de sementes.  
**Descrição:** cor castanha escuro, tamanho até 3 com manchas nos élitros, cabeça projeta para frente formando um bico. Nos machos o rostro é relativamente mais curto e rugoso se comparado com a fêmea.  
**Biologia:** condições adequadas ( $\pm 27$  C) completa ciclo em 5 semanas. Posturas de 1 a 2 ovos por dia durante até 180 dias. A incubação dos ovos se dá entre 2 a 3 dias. São ágeis e com grande capacidade de vôo.

**Figura 1.** *Sitophilus zeamais*: Identificação, descrição da biologia e natureza do dano.

Fonte: Jamilton Pereira dos Santos



**Nome científico:** *Sitotroga cerealella*

**Nome comum:** Traça dos cereais

**Danos:** praga primária, não aprofunda na massa de grãos, ataca sementes de gamíneas, provocam perda de peso, no valor nutritivo e afeta germinação e vigor de sementes

**Descrição:** cor amarelo palha, medindo entre 10 a 15 mm com asas abertas, corpo 6 a 7 mm de comprimento. As asas possuem franjas.

**Biologia:** A dultos vivem de 6 a 10 dias. A postura é feita em massas de 20 a 30 ovos. As larvas após eclodirem penetram nos grãos. Em condições adequadas ( $\pm 27\text{ C}$ ) completa todo o ciclo dentro do grão em 5 semanas.

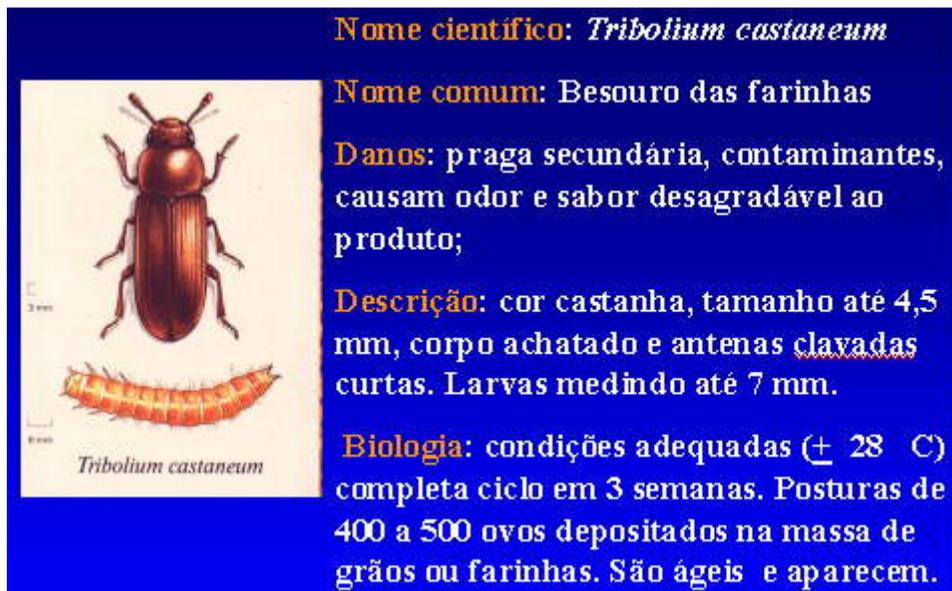
**Figura 2.** *Sitotroga cerealella*: Identificação, descrição da biologia e natureza do dano.

Fonte: Jamilton Pereira dos Santos



**Figura 3.** *Rhizopertha dominica*: Identificação, descrição da biologia e natureza do dano.

Fonte: Jamilton Pereira dos Santos



**Figura 4.** *Tribolium castaneum*: Identificação, descrição da biologia e natureza do dano.

## Importância da cultivar na preservação da qualidade do sorgo

De modo geral, as cultivares que produzem grãos mais duros são mais resistentes ao ataque de pragas. Fatores como a dureza do grão e a concentração em ácidos fenólicos são preponderantes para a menor incidência de pragas, as quais iniciam o ataque no campo, mas é no armazém que se multiplicam em grande número e causam os maiores danos.

## Efeito da temperatura e umidade na preservação da qualidade

A temperatura e a umidade do grãos constituem elementos determinantes na qualidade porque influencia na ocorrência de insetos e fungos durante o armazenamento. A maioria das espécies de insetos e de fungos reduz sua atividade biológica a  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . E a aeração, que consiste em forçar a passagem de ar através da massa de grãos, constitui uma operação fundamental para abaixar e uniformizar a temperatura da massa de grãos armazenados. O teor de umidade do grão é outro ponto crítico para um armazenamento de qualidade. Grãos com altos teores de umidade tornam-se muito vulneráveis a serem colonizados por altas populações de insetos e fungos. Para uma armazenagem segura é necessário secar o grão, forçando a passagem do ar aquecido através da massa de grãos ou secando-o com ar natural. Embora o fluxo de ar durante a aeração seja tão baixo ao ponto de não reduzir a umidade do grão (quando realizado à temperatura natural), mas deve-se ter cuidado porque uma aeração excessiva poderá reduzir o teor de umidade e consequentemente o peso. O desenvolvimento de insetos e fungos acelera rapidamente sob as condições ideais de temperatura e umidade, impondo limites no tempo para uma armazenagem segura.

Grãos com umidade adequada e uniformemente distribuída por toda a massa podem permanecer armazenados com segurança por longo período de tempo. Quando não houver aeração, a umidade migra de um ponto para outro. Esta movimentação da umidade ocorre em função de diferenças significativas na temperatura dentro da massa de grãos, provocando correntes de convecção de ar, criando pontos de alta umidade relativa e alto teor de umidade no grão e, conseqüentemente, pontos com condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento de insetos e fungos. Portanto a aeração exerce uma função essencial tanto para manter a temperatura e a umidade no ponto desejado, quanto para uniformizar e distribuir estes fatores na massa de grãos. Conclui-se portanto que estabilidade da umidade e temperatura são fundamentais para o controle preventivo da ocorrência de insetos e fungos.

## Efeito da aeração na preservação da qualidade

O uso da aeração tem sido usada para inibir o desenvolvimento de insetos e fungos. A aeração pode reduzir a temperatura da massa de grãos a um valor que inibe a multiplicação destes organismos, conforme observou Sutherland, (1968) e Reed et al. (2000). Porém, alguns insetos e fungos são mais adaptados às condições de temperaturas mais baixa e o efeito da aeração, somente, não é capaz de reprimir o desenvolvimento populacional de algumas espécies. Pesquisas realizadas com milho por Arthur e Throne, (1994), utilizando-se de um processo contínuo de aeração, demonstraram que populações de *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* foram significativamente reduzidas nos silos submetidos a aeração. Eles também observaram uma perda de eficiência mais rápida do inseticida aplicado no silo não submetido a aeração do que no silo aerado. A aeração reduz substancialmente a ocorrência de fungos.

A aeração deve ser realizada quando a temperatura do ar estiver mais baixa e o ar estiver mais seco. Ela pode ser realizada de forma contínua ou em intervalos de tempo determinado, considerando-se faixas de temperatura ideal, ou mesmo baseando-se na diferença entre a temperatura do ar ambiente e temperatura do grãos.

## Monitoramento e amostragem na prevenção da infestação

Monitorar significa obter o registro por amostragem da ocorrência de insetos, ou de outro organismo, com frequência previamente definida, ao longo de um período de tempo e sob determinadas condições ambientais. Qualquer fator que influencia na movimentação dos insetos afeta a amostragem e, portanto, deve ser registrado. A magnitude dos efeitos depende principalmente da espécie do inseto a ser capturada, da temperatura, do tipo e umidade do grão. Portanto, amostragem é o ponto crítico de qualquer programa de monitoramento visando um controle de pragas em grãos armazenados. Existem diversos tipos de armadilhas que se mostram eficientes para detectar a presença de insetos adultos.

## Ações para prevenir e/ou controlar as pragas

Além da observância de aspectos importantes como a escolha da cultivar, colher no momento adequado, de promover a limpeza dos armazéns, ainda existem outras práticas que contribuem para prevenir.

## Higienização espacial

**Para prevenir e controlar a infestação** é preciso conhecer onde os insetos ocorrem ou se escondem. Levantamentos têm demonstrado que a maioria das unidades armazenadoras vazias são infestadas por insetos de diferentes espécies e por ácaros. Alimentos para animais como rações, equipamentos agrícolas como carretas transportadoras de grãos constituem outras fontes de infestação.

Muitos insetos são dotados de grande capacidade de vôo o que aumenta sua condição de infestar os grãos armazenados. Para evitar maiores problemas durante a armazenagem algumas medidas preventivas devem ser tomadas:

- Promover uma boa limpeza dos grãos antes de serem armazenados, isto porque os insetos têm mais dificuldades de infestar grãos limpos; Limpar toda a estrutura, de preferência utilizando-se de jatos de ar para desalojar a sujeira das paredes e dos equipamentos, e recolher todo o material fino com aspirador de pó; Inspeccionar todo o teto e consertar toda e qualquer possibilidade de goteira antes de carregar o silo ou armazém; Não permitir acúmulo de lixo, dentro ou mesmo fora da unidade armazenadora; Pulverizar as paredes, tetos e piso de unidades armazenadoras vazias com produto inseticida registrado e aprovado tecnicamente para esta finalidade; Monitorar a temperatura da massa de grãos, a umidade do grão e a presença dos insetos em pontos críticos do silo; Somente armazenar grãos de safra nova em estrutura vazia e que tenha passado por uma higienização geral e nunca misturar grão novo com grão velho;
- Lembrar sempre que grãos, submetidos a aeração programada, ou melhor ainda se refrigerados, nunca se deterioram.

Pesquisas visando testar a eficiência de diferentes inseticidas, aplicados sobre superfícies de diferentes natureza, bem como visando avaliar o efeito residual em operações de higienização espacial, indicaram grande eficiência dos produtos Deltametrina 2,5 CE, Pirimiphos metil 50 CE e Bifentrina 25 CE, quando aplicados sobre superfície de madeira,, alvenaria, cerâmica, tecido de algodão, de juta, de plástico trançado, de papel (tipo sacaria de semente). A **nebulização** é uma prática que consiste na aplicação de um inseticida na forma de micropartículas que são lançadas numa corrente de fumaça produzida por um equipamento que queima óleo mineral, produz e lança no ambiente um jato de fumaça. Esta fumaça, de baixa densidade, carrega as micropartículas de inseticida para os pontos mais altos da unidade armazenadora onde normalmente não são atingidos por pulverização. Este tipo de tratamento visa controlar, especialmente, os insetos voadores como as mariposas que se alojam nos pontos mais altos da unidades armazenadora. A dose do inseticida na operação de nebulização é calculada em função do volume ( $m^3$ ) de espaço interno da estrutura que será ocupada pela fumaça. A Tabela 1, indica doses para alguns inseticidas.

**Tabela 1. Recomendação de doses de inseticidas para prevenção contra pragas de grãos armazenados.**

Forams de Utilização	Deltamethrin - 2,5 CE ou 0,2% PÓ	Pirimiphos Metil -50 CE
1. Mistura direta com grãos	20-40 ml/l água/t	8-16 ml/l água/t
2. Mistura direta com espigas *	500 g pó/t espigas	-----
3. Pulverização sobre superfície de sacaria	10 ml/l água/20m <sup>2</sup>	10 ml/l água/20m <sup>2</sup>
4. Pulverização sobre superfície de parede de alvenaria	15 ml/l água/20m <sup>2</sup>	15 ml/l água/20m <sup>2</sup>
5. Pulverização sobre superfície de madeira	10 ml/l água/20m <sup>2</sup>	10 ml/l água/20m <sup>2</sup>

\*Aplicado em camadas de espigas com 20 cm de altura que corresponde a cerca de 40 g/m<sup>2</sup> de superfície de camada de espigas.

\*\* Óleo mineral.

Fonte: Jamilton Pereira dos Santos.

## Controle de pragas em diversas formas de armazenamento

O controle preventivo é praticado antes ou imediatamente após os grãos serem armazenados. Ele tem o objetivo de evitar a multiplicação dos insetos dentro do silo, do armazém, em cujas estruturas, pelas suas características ou estado de conservação, não reúnem condições para que nelas seja utilizado um método curativo de controle de pragas.

## Armazenamento do sorgo a granel

O armazenamento de sorgo, em estruturas com sistemas de termometria e aeração forçada, é o método que permite melhor qualidade do produto. Para ter sucesso nesse tipo de armazenamento, é necessário proceder à limpeza e secagem dos grãos, aeração e controle das pragas.

Silos para armazenamento a granel podem ser construídos com chapas metálicas ou de concreto. São grandes estruturas posicionadas verticalmente, cuja altura excede a base numa relação superior a 2:1. Essas estruturas devem, necessariamente, ser muito bem vedadas, para permitirem o combate dos insetos, através do método de fumigação, utilizando gases tóxicos, como a fosfina. Devem possuir também sistema de termometria e aeração forçada.

Há outra modalidade de silos, denominada de silos graneleiros horizontais. Eles possuem grandes dimensões na base, porém com altura baixa. São dotados de sistema de termometria e aeração forçada, porém não são vedáveis adequadamente para neles se realizar o expurgo com fosfina. Na verdade, são muito abertos e, portanto, não permitem o uso eficaz da fosfina, ou outro gás fumigante, como método de combate aos insetos. Portanto a realização de fumigação em silos graneleiros horizontais é uma operação ineficiente e de alto risco e, por isso, deve ser evitada.

Nesse caso, as pragas devem ser combatidas de forma preventiva pela aplicação uma solução inseticida sobre os grãos na correia transportadora, da mesma forma que se faz com o milho, dotada de paletas (tombadores) para revolver os grãos e uniformizar a mistura do inseticida, durante o enchimento do silo. Para a correta utilização dos silos graneleiros horizontais recomenda-se remover todo o estoque no início da safra, promover uma higienização total da estrutura afim de receber o grão da nova safra - não misturar grãos velhos com grãos novos, na mesma célula armazenadora.

## Armazenamento em sacaria

O armazenamento de sorgo em sacaria, em armazéns convencionais, pode ser empregado com sucesso, desde que as estruturas armazenadoras atendam às condições mínimas. O sorgo deve estar seco (13%-13,5% de umidade), haver boa ventilação na estrutura. O piso deve ser concretado, cimentado e com a cobertura perfeita e com proteção anti-ratos. As pilhas de sacos devem ser erguidas sobre estrados de madeira e afastados das paredes. O combate dos insetos deve ser realizado através de expurgo periódico, iniciando-se, de forma preventiva, logo após o ensacamento, e

repetindo-se a cada três meses (Tabela 2). Recomenda-se também uma pulverização externa das pilhas de sacos, bem como de toda a estrutura, seguindo as concentrações sugeridas nas (Tabela 3) como forma de prevenir a reinfestação.

**Tabela 2.** Dose e tempo de exposição recomendados para expurgo com fosfina.

Tipo de estrutura	Material a fumigar	Doses		Temperatura (° C)	Tempo de duração (dias)
		pastilhas (3 g)	comprimidos (0,6 g)		
Sob lonas plásticas	Sacaria	2 por 15 a 20 sacas de 60 kg	10 por 15 a 20 sacas de 60 kg	20-25	07
No próprio silo	granel	2 / ton. ou 1 m <sup>3</sup> ou 1 m <sup>3</sup>	10 / ton. ou 1 m <sup>3</sup>	+ de 25	4-5

Obs.: Não se recomenda expurgo com temperatura inferior 15°C.

Fonte: Jamilton Pereira dos Santos.

**Tabela 3.** Orientação sobre o uso de alguns inseticidas para controle ou prevenção contra pragas de grãos armazenados.

UTILIZAÇÃO	DELTAMETHHRIN (CE)	PIRIMIPHOS METIL (CE)	BIFENTRINA (CE)
Mistura direta com grãos	20-40 ml/l de água/t de grãos	8-16 ml/l de água/t de grãos	20-40 ml/l de água/t de grãos
Superfície de Sacaria	10 ml/l de água/20 m <sup>2</sup>	10 ml/l de água/20 m <sup>2</sup>	10 ml/l de água/20 m <sup>2</sup>
Superfície de Parede	15 ml/l de água/20 m <sup>2</sup>	15 ml/l de água/20 m <sup>2</sup>	15 ml/l de água/20 m <sup>2</sup>
Superfície de madeira	10 ml/l de água/20 m <sup>2</sup>	10 ml/l de água/20 m <sup>2</sup>	10 ml/l de água/20 m <sup>2</sup>
Nebulização	10 ml/90 ml óleo/ 100 m <sup>2</sup>	5 ml/95 ml óleo/ 100 m <sup>2</sup>	10 ml/90 ml óleo/ 100 m <sup>2</sup>

Fonte: Jamilton Pereira dos Santos.

**Autores deste tópico:** Evandro Chartuni Mantovani, Jamilton Pereira dos Santos, Marcos Jose de Oliveira Fonseca

## Mercado e comercialização

## Cultivo

Os dados relativos ao plantio e à colheita do sorgo granífero apontam a produção do cereal sendo desenvolvida cada vez mais na segunda safra, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, uma vez que o clima dificulta a produção no inverno no Rio Grande do Sul, maior produtor até o início da década de 1990. O Quadro 1 apresenta o calendário de plantio e colheita do sorgo para os diferentes estados onde o grão é produzido. Em decorrência do plantio no verão, o sorgo perdeu espaço com a emergência da soja.

**Quadro 1:** Calendário de plantio e colheita de sorgo no Brasil

UF/Região	23/09 a 21/12			21/12 a 20/03			20/03 a 21/06			21/06 a 23/09		
	Primavera			Verão			Outono			Inverno		
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
<b>Norte</b>												
TO			P	P			C					
<b>Nordeste</b>												
PI			P				C					
CE				P	P	P		C	C			
RN				P	P	P		C	C	C		
PB				P	P	P		C	C			
PE					P	P	P	P	C	C	C	C
BA		P	P	P		C	C	C				
<b>Centro-Oeste</b>												
MT					P	P	P		C	C	C	
MS					P	P	P		C	C	C	
GO					P	P	P		C	C	C	
DF						P	P		C	C	C	
<b>Sudeste</b>												
MG					P	P	P		C	C	C	
SP					P	P	P		C	C	C	C
<b>Sul</b>												
RS	P	P	P	P	C	C	C	C				

Legenda: P - Plantio; C - Colheita; P/C - Plantio e colheita.

Fonte: Conab 2014b.

A Tabela 1 apresenta informações sobre a produção de sorgo granífero nos estados brasileiros entre as safras 2006/07 e 2013/14 pelos dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). É possível observar que a produção do cereal tem se mostrado inconsistente nos últimos anos, com muitos aumentos e reduções, apesar de que, segundo a Conab, a safra diminuiu pelo terceiro ano consecutivo. O principal responsável pela redução é a região Centro-Oeste, atualmente o principal local de produção de sorgo no país, que entre 2010/11 e 2013/14 teve uma diminuição de 415 mil toneladas na colheita, o que equivale a 22% da produção nacional da última safra.

A maior oscilação ocorreu em Goiás, o maior estado produtor, a produção aumentou 560 mil toneladas, ou 93%, entre 2009/10 e 2010/11, e reduziu sucessivamente nos anos seguintes, resultando em 707,6 mil t em 2013/14. A produção vem reduzindo no Mato Grosso do Sul desde 2008/09, quando se colheram 217 mil toneladas. Em 2013/14, a produção de sorgo no MS foi de apenas 30 mil t. Na contramão de GO e MS, o Mato Grosso tem aumentado a produção de sorgo, que passou de 206 mil t em 2006/07 para 352 mil t em 2013/14, que o pico de 445 mil t em 2012/13.

No sudeste, a produção de sorgo em São Paulo reduziu de 166 mil t em 2006/07 para 43,5 mil t em 2013/14, redução de 74%. Por outro lado, a produção em Minas aumentou por 7 anos consecutivos, passando de 155 mil t para 506 mil t, no período entre 2006/07 e 2013/14.

**Tabela 1.** Produção de sorgo nos estados brasileiros (1.000 t)

REGIÃO/UF	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
<b>NORTE</b>	<b>18,3</b>	<b>43,8</b>	<b>59,3</b>	<b>42,2</b>	<b>36,1</b>	<b>37,3</b>	<b>36,7</b>	<b>38,4</b>
TO	18,3	43,8	59,3	42,2	36,1	37,3	36,7	38,4
<b>NORDESTE</b>	<b>169,0</b>	<b>149,2</b>	<b>181,3</b>	<b>118,2</b>	<b>223,4</b>	<b>77,2</b>	<b>36,7</b>	<b>136,7</b>
PI	3,8	8,4	19,0	0,7	15,5	16,4	1,5	14,0
CE	8,9	11,6	6,7	5,0	6,5	0,1	0,3	1,7
RN	21,9	14,4	16,0	2,8	19,9	1,0	1,9	1,1
PB	-	-	-	0,1	0,1	0,3	0,2	-
PE	36,4	11,0	10,8	3,0	1,9	0,3	0,5	1,0
BA	98,0	103,8	128,8	106,6	179,5	59,1	32,3	118,9
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>915,0</b>	<b>1.358,6</b>	<b>1.233,8</b>	<b>949,5</b>	<b>1.541,4</b>	<b>1.526,2</b>	<b>1.418,5</b>	<b>1.126,0</b>
MT	206,3	323,9	267,40	145,00	203,50	420,90	445,00	352,40
MS	155,2	174,9	217,1	171,5	121,3	78,3	39,7	30,0
GO	536,5	825,6	731,9	601,0	1.161,4	998,9	900,2	707,6
DF	17,0	34,2	17,40	32,00	55,20	28,10	33,60	36,00
<b>SUDESTE</b>	<b>321,6</b>	<b>369,4</b>	<b>405,2</b>	<b>459,0</b>	<b>462,4</b>	<b>519,9</b>	<b>539,6</b>	<b>549,6</b>
MG	155,2	225,3	270,9	304,8	367,8	443,7	472,0	506,1
SP	166,4	144,1	134,3	154,2	94,6	76,2	67,6	43,5
<b>SUL</b>	<b>73,2</b>	<b>64,5</b>	<b>55,3</b>	<b>55,3</b>	<b>50,7</b>	<b>61,3</b>	<b>70,0</b>	<b>40,2</b>
PR	11,8	8,5	6,0	6,0	6,0	6,7	-	-
RS	61,4	56,0	49,3	49,3	44,7	54,6	70,0	40,2
<b>CENTRO-SUL</b>	<b>1.309,8</b>	<b>1.792,5</b>	<b>1.694,3</b>	<b>1.463,8</b>	<b>2.054,5</b>	<b>2.107,4</b>	<b>2.028,1</b>	<b>1.715,8</b>
<b>BRASIL</b>	<b>1.497,1</b>	<b>1.985,5</b>	<b>1.934,9</b>	<b>1.624,2</b>	<b>2.314,0</b>	<b>2.221,9</b>	<b>2.101,5</b>	<b>1.890,9</b>

Fonte: CONAB (2014a)

A Tabela 2 apresenta os dados de área plantada com sorgo granífero nos estados brasileiros entre 2006/07 e 2013/14. Segundo a Tabela, a área plantada com sorgo granífero tem oscilado na faixa entre 700 mil ha a 850 mil ha. Considerando que a maior área plantada com sorgo granífero ocorreu em 2003/04, com 898 mil ha, pode se dizer que o plantio da cultura se estabilizou no país na última década após 25 anos de crescimento. Entre 1976/77 e 2003/04 a área de sorgo granífero passou de 177 mil ha para 898 mil ha.

**Tabela 2.** Área plantada com sorgo nos estados brasileiros (1.000 ha)

REGIÃO/UF	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
<b>NORTE</b>	<b>12,0</b>	<b>22,0</b>	<b>29,1</b>	<b>21,3</b>	<b>20,2</b>	<b>21,5</b>	<b>19,1</b>	<b>20,4</b>
TO	12,0	22,0	29,1	21,3	20,2	21,5	19,1	20,4
<b>NORDESTE</b>	<b>94,6</b>	<b>96,7</b>	<b>129,6</b>	<b>107,8</b>	<b>126,6</b>	<b>101,9</b>	<b>92,5</b>	<b>148,7</b>
PI	4,1	7,4	7,9	0,3	5,8	7,7	1,4	7,7
CE	5,9	5,3	4,8	2,5	2,6	0,3	0,6	0,7
RN	11,8	7,4	9,7	5,3	8,1	1,1	2,2	1,2
PB	-	-	-	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
PE	20,8	11,4	10,7	4,6	2,8	0,6	1,0	1,8
BA	52,0	65,2	96,5	95,0	107,2	92,0	87,1	137,1
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>428,0</b>	<b>553,7</b>	<b>517,3</b>	<b>397,0</b>	<b>494,0</b>	<b>483,0</b>	<b>478,4</b>	<b>363,7</b>
MT	106,6	159,7	117,50	81,40	111,00	151,40	163,20	139,50
MS	70,7	74,4	94,4	65,3	48,5	29,0	15,0	9,1
GO	244,4	310,5	299,6	243,3	322,6	296,5	291,8	206,9
DF	6,3	9,1	5,80	7,00	11,90	6,10	8,40	8,20
<b>SUDESTE</b>	<b>140,8</b>	<b>145,1</b>	<b>146,7</b>	<b>149,5</b>	<b>157,3</b>	<b>150,3</b>	<b>183,3</b>	<b>183,0</b>
MG	72,2	90,3	91,9	101,3	126,8	126,1	163,7	170,2
SP	68,6	54,8	54,8	48,2	30,5	24,2	19,6	12,8
<b>SUL</b>	<b>29,0</b>	<b>25,9</b>	<b>23,4</b>	<b>22,2</b>	<b>19,3</b>	<b>30,2</b>	<b>28,4</b>	<b>15,2</b>
PR	3,4	2,1	1,6	1,6	1,6	1,8	-	-
RS	25,6	23,8	21,8	20,6	17,7	28,4	28,4	15,2
<b>CENTRO-SUL</b>	<b>597,8</b>	<b>724,7</b>	<b>687,4</b>	<b>568,7</b>	<b>670,6</b>	<b>663,5</b>	<b>690,1</b>	<b>561,9</b>
<b>BRASIL</b>	<b>704,4</b>	<b>843,4</b>	<b>846,1</b>	<b>697,8</b>	<b>817,4</b>	<b>786,9</b>	<b>801,7</b>	<b>731,0</b>

Fonte: CONAB (2014a)

A despeito da estabilidade da área plantada com sorgo granífero no Brasil, a produtividade tem aumentado na última década. Enquanto que na média o hectare de sorgo granífero produzia 2.191 kg em 2006/07, nos últimos anos tem se colhido no patamar de 3.000 kg. Em Goiás, esse acréscimo de produtividade se faz ainda mais presente, passando de 2.195 kg para 3.420 kg entre 2006/07 e 2013/14.

Uma observação final sobre a produção de sorgo está relacionada ao baixo índice de produtividade da cultura no Brasil quando comparada as produtividades da Argentina, China e Estados Unidos. O ponto positivo, em termos de produtividade, é que, apesar de termos índices baixos, a produtividade média do Brasil está acima dos níveis médios mundiais. Enquanto a média da produtividade mundial tem ficado ao redor de 1.500 kg/há nos últimos anos, ficou na casa de 3.000 kg/ha entre 2010/11 e 2013/14. A produtividade média brasileira é prejudicada pela incorporação de extensas áreas nas regiões norte e nordeste caracterizadas pelo uso de baixa tecnologia e fatores edafoclimáticos desfavoráveis.

**Tabela 3.** Produtividade das colheitas de sorgo nos estados brasileiros (kg ha)

REGIÃO/UF	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
<b>NORTE</b>	<b>1.527</b>	<b>1.993</b>	<b>2.038</b>	<b>1.980</b>	<b>1.789</b>	<b>1.736</b>	<b>1.923</b>	<b>1.880</b>
TO	1.527	1.993	2.038	1.980	1.789	1.736	1.923	1.880
<b>NORDESTE</b>	<b>1.786</b>	<b>1.542</b>	<b>1.400</b>	<b>1.097</b>	<b>1.764</b>	<b>758</b>	<b>396</b>	<b>920</b>
PI	927	1.134	2.404	2.300	2.672	2.130	1.058	1.819
CE	1.500	2.188	1.403	2.013	2.516	236	480	2.442
RN	1.860	1.945	1.654	534	2.455	930	872	955
PB	-	-	-	800	800	1.500	800	1
PE	1.750	961	1.011	643	675	582	467	560
BA	1.884	1.592	1.335	1.123	1.674	642	371	867
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>2.138</b>	<b>2.454</b>	<b>2.385</b>	<b>2.392</b>	<b>3.120</b>	<b>3.160</b>	<b>2.965</b>	<b>3.096</b>
MT	1.935	2.028	2.276	1.781	1.833	2.780	2.727	2.526
MS	2.195	2.351	2.300	2.627	2.500	2.700	2.647	3.300
GO	2.195	2.659	2.443	2.470	3.600	3.369	3.085	3.420
DF	2.700	3.754	3.000	4.576	4.640	4.600	4.000	4.392
<b>SUDESTE</b>	<b>2.284</b>	<b>2.546</b>	<b>2.762</b>	<b>3.071</b>	<b>2.940</b>	<b>3.460</b>	<b>2.944</b>	<b>3.003</b>
MG	2.150	2.495	2.948	3.009	2.901	3.519	2.883	2.974
SP	2.425	2.630	2.450	3.200	3.102	3.150	3.447	3.400
<b>SUL</b>	<b>2.525</b>	<b>2.493</b>	<b>2.362</b>	<b>2.494</b>	<b>2.631</b>	<b>2.030</b>	<b>2.465</b>	<b>2.645</b>
PR	3.470	4.067	3.731	3.770	3.770	3.700	-	-
RS	2.400	2.354	2.261	2.395	2.528	1.924	2.465	2.645
<b>CENTRO-SUL</b>	<b>1.757</b>	<b>1.626</b>	<b>1.517</b>	<b>1.242</b>	<b>1.768</b>	<b>928</b>	<b>657</b>	<b>1.035</b>
<b>BRASIL</b>	<b>2.191</b>	<b>2.474</b>	<b>2.465</b>	<b>2.574</b>	<b>3.064</b>	<b>3.176</b>	<b>2.939</b>	<b>3.054</b>

Fonte: CONAB (2014a)

## Destino e consumo do sorgo no Brasil

### Destino

A produção de sorgo em grãos no Brasil tem dois destinos primários. A primeira opção de consumo é interna ao estabelecimento rural, sendo direcionado ao consumo animal em composição de sistemas de produção integrados. A segunda destinação é a oferta do produto no mercado consumidor, sendo direcionado para fabricação de ração e industrialização.

Segundo dados do Censo Agropecuário de 1996 (IBGE, 1996), 26,95% da produção de sorgo era consumida na propriedade, sendo que 68,24% dos estabelecimentos realizavam esta prática. Não se pode afirmar que a produção estocada na propriedade é toda consumida internamente, nem que é toda comercializada, mas pode-se dizer que o sorgo estocado participa dos dois tipos de destino da produção. Por outro lado, 68,14% da produção de sorgo era comercializada através de cooperativas, indústria, intermediários e venda direta ao consumidor. Além disso, apenas 25,92% dos estabelecimentos

comercializavam sua produção. Infelizmente, essas informações não foram levantadas no Censo Agropecuário de 2006, deixando os dados desatualizados em quase 20 anos.

Os dados do censo de 1996 indicam que o maior número de propriedades estavam relacionadas com o consumo do sorgo internamente, sem a preocupação com o mercado, enquanto a maior parte da produção do grão era destinada ao mercado por vias diferentes. Outra informação interessante era de que as propriedades que produziam sorgo em grão e estocavam esta produção nos estabelecimentos tinha os menores índices de produtividade, 1.850kg/ha, o que era um indicativo de baixo nível tecnológico característico de pequenos produtores.

Por outro lado, o consumo de sorgo forrageiro era quase que completamente feito ao nível da propriedade. Tanto os percentuais de consumo e de estocagem relacionados ao número de estabelecimentos, quanto estes percentuais relacionados à produção e à área colhida com este tipo de sorgo, indicavam que mais de 97% do consumo era realizado no nível de propriedade. Observa-se que a prática de comercialização de forragem e/ou silagem ainda não era difundida entre os produtores de sorgo, algo que passou a ser frequente nos dias atuais. Outra informação importante é de que a produção de forragem de sorgo era mais eficiente quando realizada por quem irá utilizá-la, com produtividade de 16.053kg/ha, do que quando esta produção era realizada com intenções de ser comercializada.

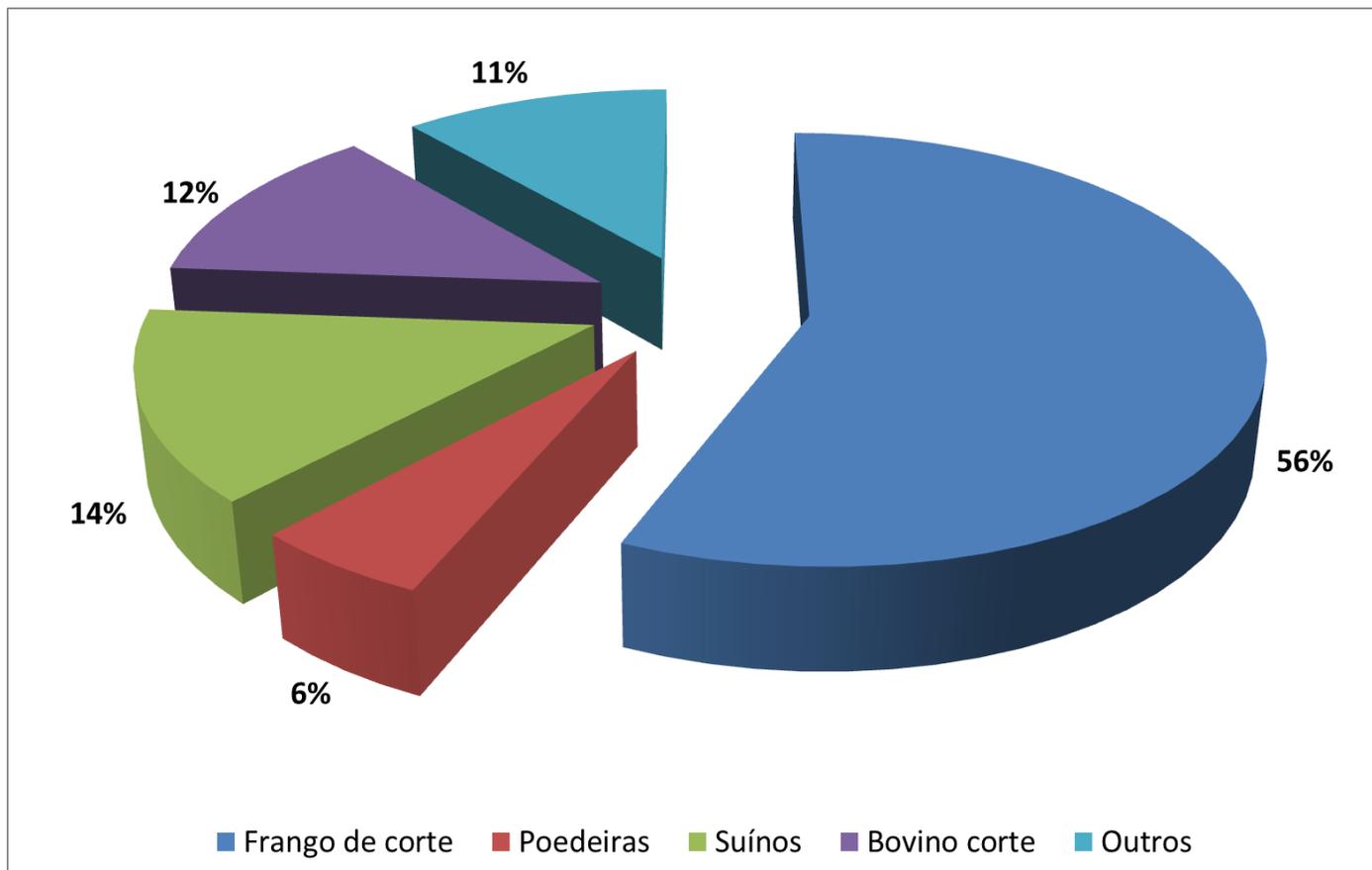
O segmento de produção de forragem de sorgo tem apelos fortes no setor agropecuário, dadas as qualidades nutricionais do sorgo quando comparadas às de outros volumosos menos nobres. Em termos nutricionais, o sorgo é semelhante ao milho, sendo menos eficiente apenas na oferta de energia para os animais. Por outro lado, o controle de perdas causadas por roubo de produto, como é o caso do milho, é muito mais fácil de ser feito em propriedades localizadas perto de conglomerados urbanos, uma vez que não há o hábito de consumir sorgo como alimento humano no Brasil.

## Consumo

O sorgo produzido no Brasil é todo consumido na alimentação animal. Embora haja algumas tentativas de consumo humano deste cereal, principalmente na região Nordeste, este tipo de consumo é incipiente e tem participação de praticamente 0% da demanda de sorgo no Brasil. Para o uso industrial, não há estatísticas que apontem a demanda por sorgo em grão. Então, a demanda de sorgo em grão no Brasil é exercida pela necessidade de alimentação animal.

Segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2014), em 2013, foram consumidos 2.091.983,00 toneladas para a produção de ração, equivalente a 99,5% da produção de sorgo na safra 2012/13. O Gráfico 1 segmenta o consumo de sorgo nos setores de produção animal. Pode-se observar que a avicultura é a atividade do agronegócio que mais tem demandado o uso de sorgo, com 62% do consumo (56% frango de corte e 6% poedeiras). A Suinocultura e a bovinocultura são, respectivamente, a segunda e terceira em importância na demanda por sorgo granífero.

**Gráfico 1.** Participação % dos Setores no Consumo do Sorgo para produção de ração em 2013



Fonte: SINDIRAÇÕES (2014)

Embora se discuta a dificuldade de comercialização de sorgo em grãos, pode-se notar que, havendo a oferta do produto, o mercado responde, aumentando a demanda, que só é reprimida por falta de material. Existe, de fato, uma demanda latente por cereais para alimentação animal, que tem sido esquecida e reprimida por falta de opções de oferta destes produtos. O sorgo pode ser substituto de vários cereais que compõem as rações animais, tais como trigo, milho, farelo de arroz etc., que teriam usos mais nobres em alimentação humana. Além disso, o sorgo tem potencial para substituir parte do milho utilizado na produção de ração sem perdas em termos nutricionais e qualitativos destas rações, além de ganhos em termos de redução de custos.

As informações disponíveis com respeito ao sorgo indicam-no como um bom substituto do milho na produção agrícola e na alimentação animal. Entretanto, aspectos culturais que afetam o comportamento dos agentes do agronegócio do Brasil dificultam esta substituição e geram problemas de mercado para o produto. Na realidade, o produtor de sorgo é quase que integrado com algumas firmas produtoras de rações, visto que nos canais normais de comercialização eles têm dificuldades em colocar o produto. Por exemplo, os armazéns graneleiros são usados prioritariamente para

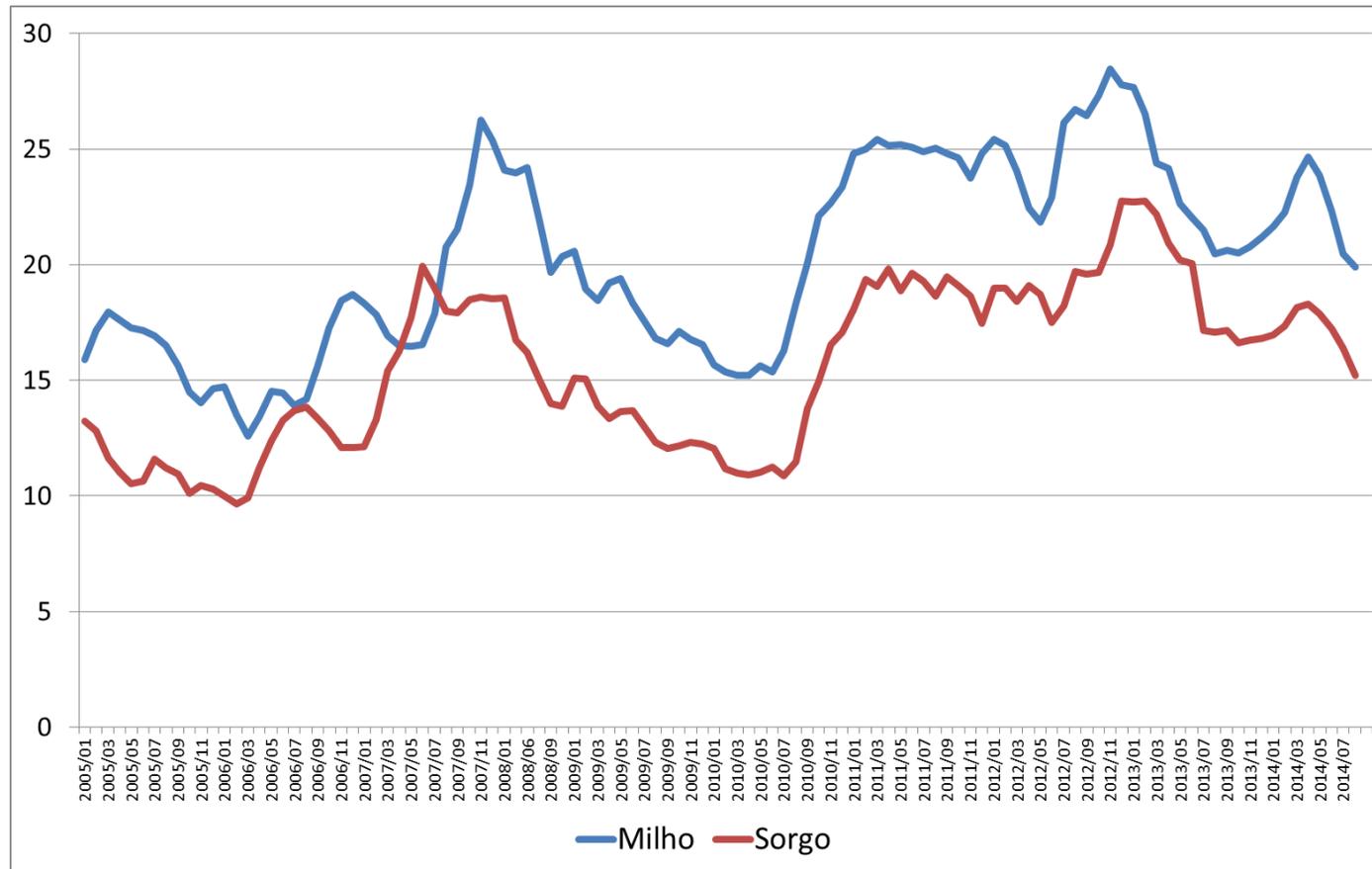
estocagem de milho e soja, sendo usados apenas espaços marginais para armazenagem de sorgo. O sorgo é uma cultura marginal ao milho e depende do desempenho dele para participar do mercado, assim como o atrelamento do preço.

## Evolução dos preços do sorgo

O Gráfico 2 apresenta a evolução comparativa dos preços médios da saca de sorgo e milho no mercado brasileiro no período de 2004 a 2014. No Gráfico é possível observar uma alta correlação no movimento dos preços das duas culturas, com um comportamento muito similar. Por ser um produto marginal e substituto, ocorre um atrelamento natural do preço do sorgo ao do milho. Sendo que o sorgo normalmente é negociado com um deságio em relação ao preço do milho, variando de 60-90% do valor deste. Uma exceção a "regra" ocorreu em meados de 2007, quando o preço médio do sorgo no Brasil chegou a ser 20% superior ao do milho em junho.

Em decorrência da grande disponibilidade de milho no mercado e da diminuição das exportações em 2014, comparadas a 2013, as duas culturas apresentam tendência de queda nos preços no segundo semestre de 2014. Podendo fechar o ano com preços abaixo da média da última década.

**Gráfico 2.** Preço médio do da saca de sorgo e do milho no mercado brasileiro (2005-2014).



Fonte: Agrolink (2014)

## Considerações finais

Na realidade, o sorgo é uma cultura marginal ao milho, assim como o milho é marginal à soja. O milho, por ser comercialmente mais demandado, leva grande vantagem sobre o sorgo, pois o milho já é bem conhecido em termos de suas características para uso tanto na alimentação humana como na alimentação animal. O grande problema do sorgo está na comercialização. Primeiro: o sorgo tem seu preço atrelado ao preço do milho, sendo o preço do sorgo cotado, normalmente, entre 65% a 90% do preço do milho. Então, mesmo que haja uma demanda maior por sorgo, o seu preço vai ser tão ou menos compensador que o do milho. Segundo: o custo de produção de sorgo é semelhante ao do milho, pois, para se obter boa produtividade, é necessário o uso de tecnologias muito próximas às tecnologias aplicadas na cultura do milho. A diferença entre as duas culturas reside no fato de o sorgo ser um pouco mais tolerante a veranicos do que o milho. É importante destacar que o sorgo é tolerante ao veranico (falta de chuva), mas não é resistente à falta de chuva. Terceiro: a produção de sorgo só é realizada quando o produtor já possui o destino da sua colheita acertado, isto é, o produtor planta sorgo para consumo no seu estabelecimento ou tem contrato de entrega para alguma processadora de alimento animal.

A grande vantagem econômica do sorgo, o preço menor do que o do milho, infelizmente não é desfrutada por seus produtores, mas sim pelos processadores, que conseguem insumos mais baratos para produção de ração, com características nutricionais semelhantes às do milho. Uma outra vantagem econômica é o fato de o país poder consumir mais sorgo na composição das rações de aves, suínos, bovinos etc., liberando parcela do milho produzido internamente para ser comercializado no mercado externo. Uma terceira vantagem econômica é que o aumento da produção de sorgo poderia atuar como regulador da oferta de grãos para produção de ração. Mas, para isto, a produção de sorgo no país deveria chegar a pelo menos 10% da produção de milho, isto é, cerca de 4 milhões de toneladas, quatro vezes mais do que é produzido hoje no Brasil.

O sorgo tem um potencial muito grande em termos de produção no Brasil. Mas economicamente, comparando os preços de milho com os preços de sorgo e os custos de se produzir milho com os custos de se produzir sorgo de qualidade, há um certo desestímulo na produção de sorgo granífero quando comparado com o milho. Primeiro, a produção de milho é mais fácil de ser escoada; segundo, o preço do sorgo é atrelado ao preço do milho, sendo cerca de 20% menor, tanto no Brasil quanto no resto do mundo – porém, no Brasil os produtores de ração e os criadores de animais querem forçar um deságio maior no preço do sorgo; terceiro, a utilização do sorgo exige mudança de hábitos que estão arraigados nos consumidores e, devido à desinformação, eles consideram de baixa qualidade aqueles produtos que contêm sorgo como componente – porém, já está provado cientificamente que as qualidades nutricionais do sorgo são semelhantes às do milho. Por outro lado, o Grupo Prós-Sorgo, vinculado aos produtores de semente, à indústria de insumos, à pesquisa agrícola e a algumas indústrias de alimentação animal, tem feito um grande trabalho de divulgação do sorgo, não comparando-o com o milho, mas mostrando a complementariedade de ambos, pois sorgo pode ser complementar ao milho tanto na produção quanto no uso.

**Autores deste tópico:** Jason de Oliveira Duarte

## Coeficientes técnicos

### Sistemas de Produção de Sorgo "safrinha"

O produtor típico de sorgo na safrinha é o produtor de soja que tem um bom conhecimento sobre a cultura, possui infra-estrutura de máquinas e equipamentos que podem ser compartilhadas para uso nas lavouras de soja e sorgo, mão de obra qualificada para a condução da lavoura. Localizam-se em regiões que apresentam boa estrutura de comercialização de grãos, como armazenagem, transporte e agentes de comercialização.

O rendimento e o nível tecnológico dependem muito da época de plantio. Nos plantios mais cedo o sistema de produção é próximo ao utilizado para o milho "safrinha", com maior quantidade de adubo e melhor controle de pragas e ervas daninhas. Nos plantios tardios o agricultor reduz o nível tecnológico em função do maior risco da cultura devido, principalmente, às condições climáticas (frio excessivo, geada e déficit hídrico). No limite, o sistema de produção é composto unicamente pela utilização de sementes selecionadas, como insumo adquirido fora da propriedade.

## Coeficientes Técnicos

Os coeficientes técnicos para o sistema de produção de sorgo mais comum no Brasil, são os seguintes (Tabela 1).

**Tabela 1 .** Coeficientes Técnicos de Produção um Hectare de Sorgo Plantio Direto - "Safrinha" - Produtividade: 3000 kg/ha.

Descrição	Especificação	Unidade	Quantidade Utilizada	Quantidade Utilizada
<b>Sistematização do Solo</b>				
Dessecação-Herbicida 1	Glifosato	l		1,5
Distribuição herbicida	trator 85 hp + pulv. barra 2000 l	Hm		0,15
Mão-de-obra distribuição herbicida		dh		0,25
<b>Plantio</b>				
<b>Sementes</b>				
Sementes	Híbridos	kg		8
<b>Adubação</b>				
Adubo 1	4-20-20	kg		200
Plantio/adubação mecânica	trator 120 hp + plat/adub. Jumil 12 linhas	hm		0,8
Transporte Interno plantio	trator 85 hp + carreta 8 t	hm		0,3
<b>Tratos Culturais</b>				
<b>Adubação de cobertura</b>				
Adubo 2	uréia	kg		80
Máq.aplic.adubação de cobertura 1		hm		0,5
<b>Inseticida</b>				
Inseticida 1	Lorsban	l		0,6
Aplicação inseticida - máquina	trator 85 hp + pulv. Barra 2000 l (2X)	hm		0,3
Mão-de-obra aplic.inseticida		dh		0,32
<b>Colheita</b>				
Colheita mecânica	colheitadeira 120 hp - plataforma 4m	hm		0,6
Transporte interno	trator 85 hp + carreta 8 t	hm		0,3

Fonte: João Carlos Garcia.

**Autores deste tópico:**Joao Carlos Garcia

## O Sorgo em sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta

"A ILPF é uma estratégia que visa a produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica (BARCELLOS et al., 2011)". Envolve sistemas produtivos diversificados (alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e não madeireiros) de origem vegetal e animal, bem como os insumos e seus respectivos resíduos (BARCELLOS et al., 2011).

O sorgo granífero se adapta bem a três diferentes sistemas de integração, a saber: i) sistema integrado lavoura-pecuária ou agropastoril (ILP); ii) lavoura-floresta ou silviagrícola (ILF); e iii) agrossilvipastoril ou lavoura-pecuária-floresta, que é o sistema ILPF completo, pois integra os componentes lavoura, pecuária e floresta.

Em qualquer um destes sistemas, a colheita de grãos do sorgo permite gerar receita adicional no período de entressafra ou insumo consumido em rações balanceadas para pequenos e grandes animais, componentes ou não do próprio sistema. Além disso, constitui-se em opção de rotação de culturas e seus resíduos vegetais, em consórcio com capim, são aproveitados nos pastejos subsequentes à colheita.

O sorgo tem habilidade em desenvolver-se em ambientes de menor disponibilidade hídrica e em condições de baixa fertilidade dos solos. Isso permite seu uso em solos ainda em processo de construção de sua fertilidade e sua expansão em regiões de cultivo com distribuição irregular de chuvas e em sucessão às culturas de verão. No Brasil central, o sorgo é plantado em sucessão a plantios de verão (safrinha), no Sul (região de fronteira), como cultura principal em plantios de verão, e no Nordeste em plantios nas condições do semiárido, em março-abril (RODRIGUES, 2010).

A cultura do sorgo, seja para produção de grãos ou forragem, é destaque dentro destes sistemas ILPF por causa do potencial que apresenta em qualquer tamanho de propriedade, desde as pequenas, com alguns hectares, e que usam a mão de obra familiar até aquelas empresariais, com alto nível tecnológico.

## **Características da planta de sorgo granífero de interesse em ILPF**

Segundo Rodrigues (2010), o sorgo é, entre as espécies alimentares, uma das mais versáteis e mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético quanto em velocidade de maturação das sementes. O sorgo é reconhecidamente resistente à seca e altamente responsivo em cultivos irrigados. A redução na produção de grãos de sorgo está em função da intensidade do déficit hídrico e do estágio de desenvolvimento da planta no qual ele ocorre.

## **Adaptação às condições de solo**

Uma realidade na qual a ILPF tem papel fundamental é na incorporação de áreas de pastagem degradada ao processo produtivo onde serão necessários, na grande maioria das vezes, todos aqueles cuidados relativos à melhoria do ambiente químico do solo, tais como calagem, gessagem e fertilizações corretivas. Só para se ter uma ideia, somente na região do Cerrado existem mais de 50 milhões de hectares passíveis de recuperação ou reforma via lavouras. A planta de sorgo tem ampla adaptação a condições edafoclimáticas desfavoráveis, o que permite seu cultivo em ampla faixa de condições de fertilidade de solo, apesar de ser uma planta exigente neste quesito. O cultivo do sorgo, assim como qualquer outra cultura, inserida ou não num sistema ILPF de produção, necessita de condições mínimas de fertilidade de solo para que se estabeleça e se desenvolva normalmente. Não é raro ser necessário recuperar solos degradados sob pastagens degradadas antes de iniciar um sistema ILPF. Nestas condições, nos primeiros anos, ainda estará sendo construída a fertilidade do solo, ou seja, a disponibilidade dos nutrientes é limitada e ainda pode haver quantidade significativa de alumínio em solução. Entretanto, ainda se consegue boas produtividades de sorgo, especialmente com materiais portadores de gene para tolerância ao alumínio tóxico do solo. Esses desenvolvem um sistema radicular mais profundo e mais eficiente na aquisição de água e nutrientes.

## **Flexibilidade no ajuste do espaçamento e densidade de plantas**

A planta de sorgo é muito versátil quanto ao espaçamento e à densidade de plantas, pois, de certa forma, compensa o seu crescimento em situações de baixa população ou espaçamentos maiores. Espaçamentos menores são desejáveis para esta cultura como forma de aumentar a pressão de competição por causa do melhor aproveitamento dos fatores de crescimento: luz, água e nutrientes. Isso se reveste de importância no consórcio sorgo-capim, em que o sorgo ganha em competitividade, garantindo boa produtividade, e há possibilidade do estabelecimento de pastagens mais bem formadas (fechadas) quando se trabalha com o semeio do capim somente na linha do sorgo. Isto pode significar garantia do potencial de produção ao mesmo tempo da implantação de nova pastagem (ALVARENGA, 2006).

## Rebrota

A planta de sorgo apresenta, ainda, a importante característica de manter vivo o seu sistema radicular após a colheita, o que possibilita a utilização da rebrota. Nessas condições, aproveitar as características tanto de tolerância ao déficit hídrico como de rebrota do sorgo é um ganho em massa verde considerável em relação a outras espécies, como o milho, por exemplo.

A possibilidade da rebrota do sorgo permite obter dois cortes a partir da mesma semeadura. Assim, o agricultor economiza nas operações de preparo de solo e de semeadura, na quantidade de sementes utilizadas para a semeadura, e maximiza a utilização de área, reduzindo o custo de produção. Isto também permite a obtenção de maior quantidade de massa, permitindo maior e melhor cobertura de solo quando se utiliza o sistema de plantio direto. Essa característica está despertando um forte interesse por sistemas agropecuários que integrem atividades agrícolas e de pecuária para atender a demanda por grãos e forragens com vistas a maior oferta destes produtos, visando maior eficiência na atividade agropecuária, aumento da renda do produtor e menor risco de degradação ambiental.

Se as condições forem favoráveis, como temperatura, fertilidade e umidade de solo, podem-se alcançar valores de 40% a 60% do rendimento de massa do primeiro corte (CASELA et al., 1986; SANTOS et al., 2009; REZENDE et al., 2011).

## Adaptação ao sistema de plantio direto

O sistema de plantio direto (SPD) é uma prática conservacionista de manejo do solo que deve ser associada aos sistemas ILPF, como forma de aumentar a sustentabilidade. O sorgo, inclusive em consórcio com capim, ajusta-se muito bem ao sistema de plantio direto, que apresenta vantagens comparativas aos métodos tradicionais de preparo do solo, que usam aração e gradagens.

Primeiramente, o SPD mantém a camada de cobertura morta que desempenha importante papel na proteção mecânica da superfície do solo. Isso significa menor probabilidade de erosão por causa da preservação da estrutura do solo, resultando em maior taxa de infiltração de água no solo e, ao mesmo tempo, maior disponibilidade de água às plantas; no caso do sorgo e do capim, tanto durante o período em que estão consorciados quanto na pastagem de sucessão. Isso ganha importância especialmente para aqueles cultivos de sucessão à soja no Centro-Oeste brasileiro. Depois da colheita da soja, quanto mais rápido for o plantio do sorgo granífero + capim, o que se consegue com o SPD, maior a probabilidade de sucesso da cultura em função do maior risco de déficit hídrico. Além disso, todos os materiais de sorgo podem dar origem a boa palhada para o SPD, garantindo qualidade ao método por causa da quantidade e persistência da cobertura morta.

Ademais, em sistema ILPF, especialmente no caso de uso de clones de eucalipto cujo sistema radicular é distribuído na sua maior parte na camada mais superficial do solo, o uso de aração causa danos severos às raízes das árvores, contribuindo para retardar o seu crescimento.

## Porte das plantas

No sistema ILPF, o porte das plantas de sorgo no consórcio com capim tem importância decisiva na escolha do material que será plantado, especialmente o sorgo granífero. Aqueles materiais graníferos de maior altura exercem maior competição sobre outras espécies que crescem no mesmo momento e local, no caso o capim, em função da interceptação da luz e do sombreamento produzido, o que pode ser manipulado mediante ajustes no espaçamento e na densidade de plantas.

## Herbicidas

A inexistência de herbicida graminicida pós-emergente seletivo ao sorgo pode ser apontada como a grande desvantagem para essa cultura, principalmente em consórcio com capins. Assim, não há possibilidade de controle do crescimento do capim consorciado, à semelhança do que é feito no milho. Para suplantear essa deficiência, devem-se trabalhar as demais características da planta de sorgo com o objetivo de conferir-lhe pressão de competição, como densidade e espaçamento de plantas.

## Base tecnológica para consórcio do sorgo com capim

Por causa das características da planta de sorgo é possível usar essa cultura na ILPF, em especial no manejo do consórcio com capim. O sorgo expressa o seu potencial de produção vegetal ou de grãos em solos com alta fertilidade. Portanto, a adequação química do solo deve ser a primeira atividade na área de plantio de sorgo em ILPF. A associação de gessagem com as características de crescimento de raízes do sorgo e dos capins é extremamente interessante para as condições com limitação hídrica nas quais ocorrem muitos cultivos, garantindo a produtividade e persistência do pasto na estação seca em sistemas ILPF.

Doses de fertilizantes devem ser ajustadas levando em consideração a disponibilidade dos nutrientes N, P e K no solo e a possibilidade da competição com o capim em consórcio.

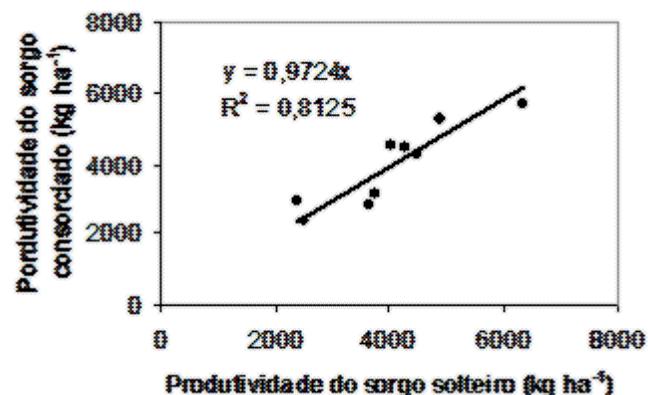
É sabido que o capim da entrelinha cresce menos do que aquele da linha de plantio do sorgo em função da menor oferta de nutrientes naquela faixa de solo. Um resultado obtido para o consórcio milho-braquiária brizantha (ALVARENGA et al., 2011), e que pode ser adotado no consórcio sorgo-braquiária, diz respeito à localização do fertilizante de base no sulco de plantio do cereal e em sulcos da entrelinha somente com capim. Esses autores verificaram que o crescimento da braquiária foi menor na linha do milho em comparação às plantas da entrelinha que também receberam adubo de plantio. O maior crescimento da braquiária da entrelinha, em comparação àquela da linha, foi atribuído tanto à menor competição exercida pelo milho quanto à adubação dessa faixa de solo. Com base nos resultados alcançados, recomenda-se, para solo já recuperado quimicamente, a adubação de base do consórcio milho + braquiária na proporção de 33,3-33,3-33,3 ou 25-50-25% de adubo em sulcos de plantio do milho + braquiária, e laterais somente com braquiária para sistemas de integração lavoura-pecuária, em detrimento da recomendação atual de 100% do adubo na linha de semeadura do milho (00-100-00).

As quantidades de nutrientes exportadas variam de acordo com o nível de produtividade do sorgo e da pastagem, na sequência. Assim, as adubações devem ser ajustadas para garantir a produtividade desejada levando em consideração o sistema de rotação/sucessão lavouras-pastagens e não somente a cultura do sorgo.

## Implantação e condução do consórcio sorgo-capim

As etapas do manejo do consórcio sorgo-capim são de extrema importância para se conseguir boas produtividades, além do estabelecimento adequado do pasto. Kluthcouski e Aidar (2003), relatando resultados dos consórcios de sorgo granífero com capim braquiaria brizantha, em diferentes localidades, mostraram a habilidade destas culturas em crescer nos consórcios com produção semelhante de grãos, tanto em sistemas consorciados quanto em solteiros (Figura 1).

**Figura 1** - Produtividade do sorgo granífero em diferentes localidades, afetado pelo cultivo em consórcio com braquiária.



Existem inúmeras possibilidades de se implantar e conduzir tal consórcio levando-se em consideração a finalidade da lavoura, equipamentos disponíveis e nível tecnológico, dentre outros. A implantação do sorgo é semelhante ao plantio solteiro: semeadura em sulcos com o adubo depositado abaixo e ao lado das sementes. No entanto, para o capim, pode haver variações consideráveis. A semeadura do capim tanto na linha como nas entrelinhas do sorgo é desejável como estratégia para melhor formação do pasto e cobertura do solo pela forrageira. Dependendo do espaçamento, uma ou mais linhas de capim podem ser semeadas nas entrelinhas. Deve-se estar atento aos prazos de realização entre operações para garantir êxito no consórcio por causa da inexistência de herbicidas gramínicos seletivos ao sorgo.

### Plantio simultâneo do sorgo e do capim

Atualmente existem no mercado equipamentos de plantio que executam o plantio de cereais e de capim nas linhas e entrelinhas, simultaneamente; apesar disso, nem sempre estão disponíveis. Se este equipamento for utilizado, basta fazer as regulagens para fertilizantes, sementes do cereal e do capim, além dos ajustes para profundidade de deposição de fertilizante e sementes, de execução relativamente simples. Entretanto, nem sempre há esta disponibilidade, e o técnico deve fazer os ajustes necessários para atingir o seu objetivo, que é o consórcio. Estes ajustes dizem respeito à maneira de distribuir as sementes do capim e podem ser considerados como possibilidades de semeadura. Basicamente são recomendadas duas possibilidades:

### **Plantio do sorgo com a semente do capim misturada ao adubo.**

Nesse caso, a mistura deve ocorrer nas horas que antecedem a operação de semeadura para evitar que o contato com o adubo danifique as sementes. O inconveniente é que as faixas entre as linhas de semeadura irão ficar sem o capim, proporcionando um pasto com má distribuição de plantas e com touceiras grandes, o que cria dificuldades operacionais e na qualidade de plantios futuros. No caso de braquiária, as sementes devem ser depositadas entre 6 e 8 cm de profundidade para que haja atraso na emergência desta espécie, evitando-se a competição com o sorgo. No caso de se usarem espécies de capim do gênero *Panicum*, a deposição das sementes mais à superfície, 3 a 4 cm, pode comprometer tanto o estande da forrageira quanto aumentar a competição e criar dificuldades na colheita dos grãos de sorgo;

### **Plantio do sorgo e, na sequência, distribuição das sementes do capim.**

Primeiramente, planta-se o sorgo e, na sequência, faz-se a semeadura do capim. A semeadura do capim em sulcos nas entrelinhas do sorgo exige perícia do operador para não afetar as linhas com o cereal. Na semeadura do capim a lanço, as sementes não serão incorporadas ao solo, como ocorre, por exemplo, no sistema de plantio direto, e será necessário, pelo menos, duplicar a quantidade de sementes com vistas a garantir bom estande de plantas de capim. Atrasos na semeadura do capim podem resultar em pastos mal formados, pois as condições hídricas do solo tendem a ser menos favoráveis à medida que as culturas se desenvolvem.

### **Plantio defasado do consórcio sorgo-capim.**

Normalmente lança-se mão do plantio defasado do capim para contornar alguma limitação edafoclimática regional, como é o caso da safrinha, ou para suplantir alguma característica dos materiais consorciados. Nesse caso, o sorgo é semeado primeiro e aguarda-se um período de tempo para, só depois, semear o capim. Na sucessão à soja, este é o método mais eficiente, quando o capim é semeado em sulcos com intervalo de cinco e dez dias depois do sorgo. A razão clara para isto é favorecer o sorgo em detrimento do capim. Um ensaio de primavera/verão com o consórcio sorgo-braquiária brizanta cv Marandú para estudar estes arranjos foi conduzido por Rodrigues et al. (2004). Esses autores verificaram melhor rendimento do sorgo granífero BRS 310 quando a braquiária foi semeada 30 dias após o sorgo, havendo boa formação do pasto. A implantação simultânea do sorgo e da braquiária neste consórcio permitiu que a braquiária crescesse muito e abafasse o sorgo, que é do grupo de porte baixo e não consegue competir satisfatoriamente com o capim. Em cultivo solteiro de sorgo granífero, Silva et al. (1986) verificaram que, não havendo o controle das plantas daninhas nas quatro primeiras semanas após a emergência do sorgo, pode ocorrer uma redução na produção de grãos da ordem de 35%. Em caso de não se empregar nenhum método de controle, essa redução pode chegar a aproximadamente 71%.

## **Considerações finais**

Em sistemas integrados de produção ILPF, o consórcio sorgo granífero-capim é utilizado frequentemente e atende perfeitamente as necessidades internas da propriedade de produção de grãos para elaboração de ração e de produção de pastagens. Todos esses segmentos podem, ainda, gerar excedentes para comercialização, aumentando a renda da propriedade.

A escolha da cultivar é decisiva, visto que o porte baixo reduz sua capacidade de competição. No consórcio sorgo granífero-capim é recomendável a utilização de menores espaçamentos e material de sorgo com maior porte, ou plantio defasado do capim com vistas a evitar queda na produção e

transtornos na colheita. Em condições menos favoráveis, como é o caso da safrinha, isso pode não ter papel relevante porque o crescimento do capim é mais lento, mas uma maneira de prevenir esse problema é a semeadura defasada do capim em até 10 dias.

Portanto, existem diversas tecnologias disponíveis para o cultivo do sorgo granífero em consórcio com capim. Basta ao técnico, de comum acordo com o produtor, selecionar as alternativas tecnicamente corretas e economicamente viáveis e decidir por aquela que melhor se ajuste a uma situação em particular.

**Autores deste tópico:** Jose Avelino Santos Rodrigues, Miguel Marques Gontijo Neto, Ramon Costa Alvarenga

## Economia da produção

### Introdução

Durante séculos, o sorgo tem se apresentado como uma das principais fontes de energia, proteínas, vitaminas e minerais para milhões de pessoas pobres de regiões semiáridas da África e da Ásia. No mundo, o sorgo costuma ser cultivado em ambientes onde outras culturas crescem ou produzem pouco. Ou seja, o cultivo ocorre em situações de recursos hídricos limitados e, geralmente, inexistência de aplicação de quaisquer fertilizantes ou outros insumos. Por tais situações estarem frequentemente ligadas a produtores pobres o grão costuma ser consumido por grupos desfavorecidos, quando utilizados para alimentação humana. (FAO, 1995)

### Panorama internacional

#### Produção de sorgo

A produção mundial de sorgo tem se mantido estável ao longo dos últimos anos, apresentando dificuldades em estabelecer-se na faixa acima de 60 milhões de toneladas.

Individualmente, alguns países americanos possuem grande destaque na produção de sorgo. Os Estados Unidos são o principal país produtor de sorgo no mundo, na safra 2013/14 responderam por 16,5% da produção mundial, colhendo 9,88 milhões de toneladas. A produção americana aumentou 57,5% entre 2012/13 e 2013/14. O México é o segundo maior produtor mundial. Outros destaques são a Argentina e o Brasil.

Além de serem o local de origem do sorgo, muitos países africanos, principalmente na região subsaariana, são importantes produtores. Em 2013/14, quase 30% da produção mundial de sorgo foi oriunda da região. Dentre os países subsaarianos, merecem destaque a Nigéria (terceiro maior produtor mundial), o Sudão e a Etiópia.

**Tabela 1.** Principais países produtores de sorgo (2010/11-2013/14)

País/Ano	Produção - milhões de t			
	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
<b>Argentina</b>	4,40	4,20	4,70	4,20
<b>Austrália</b>	1,94	2,24	2,23	1,11
<b>Brasil</b>	2,31	2,22	2,10	2,40
<b>Burkina Faso</b>	1,99	1,50	1,92	1,94
<b>China</b>	2,46	2,05	2,56	2,70
<b>Estados Unidos</b>	8,78	5,45	6,27	9,88
<b>Etiópia</b>	3,96	3,78	3,60	4,00
<b>Índia</b>	7,00	6,03	5,30	5,25
<b>México</b>	7,39	6,43	6,17	7,17
<b>Níger</b>	1,30	0,81	1,38	1,29
<b>Nigéria</b>	6,75	6,90	5,94	6,50
<b>Sudão</b>	2,63	2,09	4,52	2,25
<b>Mundo</b>	<b>61,17</b>	<b>54,52</b>	<b>57,93</b>	<b>59,69</b>

Fonte: USDA (2012b, 2013, 2014b)

No que tange à área plantada com sorgo no mundo, a África possui uma maior relevância (Tabela 2). Os países da África subsaariana que plantam sorgo, somados (incluindo África do Sul, Gana, Moçambique, Tanzânia, Uganda, que não aparecem na Tabela 2), plantaram 19,35 milhões de hectares de sorgo na safra 2013/14. Esse montante corresponde a 47,75% da área plantada de sorgo no mundo no referido ano agrícola. A despeito da participação africana, o país que frequentemente possui a maior área plantada de sorgo é a Índia.

O maior problema da Índia é a baixa produtividade (Tabela 3), normalmente abaixo de uma tonelada por hectare. Somente países como Níger, Sudão e Moçambique, têm produtividades inferiores ao obtido na Índia. Apesar de não plantarem grandes áreas, a Argentina e a China possuem as maiores produtividades de plantio de sorgo.

**Tabela 2.** Área plantada com sorgo nos principais países produtores (2010/11-2013/14)

País/Ano	área – milhões de ha			
	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
<b>Argentina</b>	1,00	1,00	1,05	1,00
<b>Austrália</b>	0,63	0,66	0,65	0,49
<b>Brasil</b>	0,82	0,79	0,80	0,85
<b>Burkina Faso</b>	1,62	1,68	1,79	1,80

<b>China</b>	0,55	0,50	0,62	0,65
<b>Estados Unidos</b>	1,95	1,59	2,01	2,64
<b>Etiópia</b>	1,78	1,87	1,71	1,80
<b>Índia</b>	7,06	6,33	6,30	5,90
<b>México</b>	1,92	1,68	1,64	1,98
<b>Níger</b>	1,50	2,88	3,11	3,00
<b>Nigéria</b>	5,40	7,09	4,77	5,00
<b>Sudão</b>	6,20	5,60	4,10	5,60
<b>Mundo</b>	<b>38,83</b>	<b>41,90</b>	<b>38,16</b>	<b>40,52</b>

Fonte: USDA (2012b, 2013, 2014b)

**Tabela 3.** Produtividade do sorgo nos principais países produtores (2010/11-2013/14)

País/Ano	Produtividade – toneladas por ha			
	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
<b>Argentina</b>	4,40	4,20	4,48	4,20
<b>Austrália</b>	3,06	3,40	3,44	2,25
<b>Brasil</b>	2,83	2,82	2,62	2,82
<b>Burkina Faso</b>	1,20	0,89	1,08	1,08
<b>China</b>	4,48	4,10	4,10	4,15
<b>Estados Unidos</b>	4,51	3,43	3,13	3,74
<b>Etiópia</b>	1,95	2,02	2,11	2,22
<b>Índia</b>	0,99	0,95	0,84	0,89
<b>México</b>	3,84	3,82	3,76	3,62
<b>Níger</b>	0,87	0,28	0,44	0,43
<b>Nigéria</b>	1,25	0,97	1,25	1,30
<b>Sudão</b>	0,74	0,37	1,10	0,40
<b>Mundo</b>	<b>1,52</b>	<b>1,30</b>	<b>1,52</b>	<b>1,47</b>

Fonte: USDA (2012b, 2013, 2014b)

## Panorama nacional

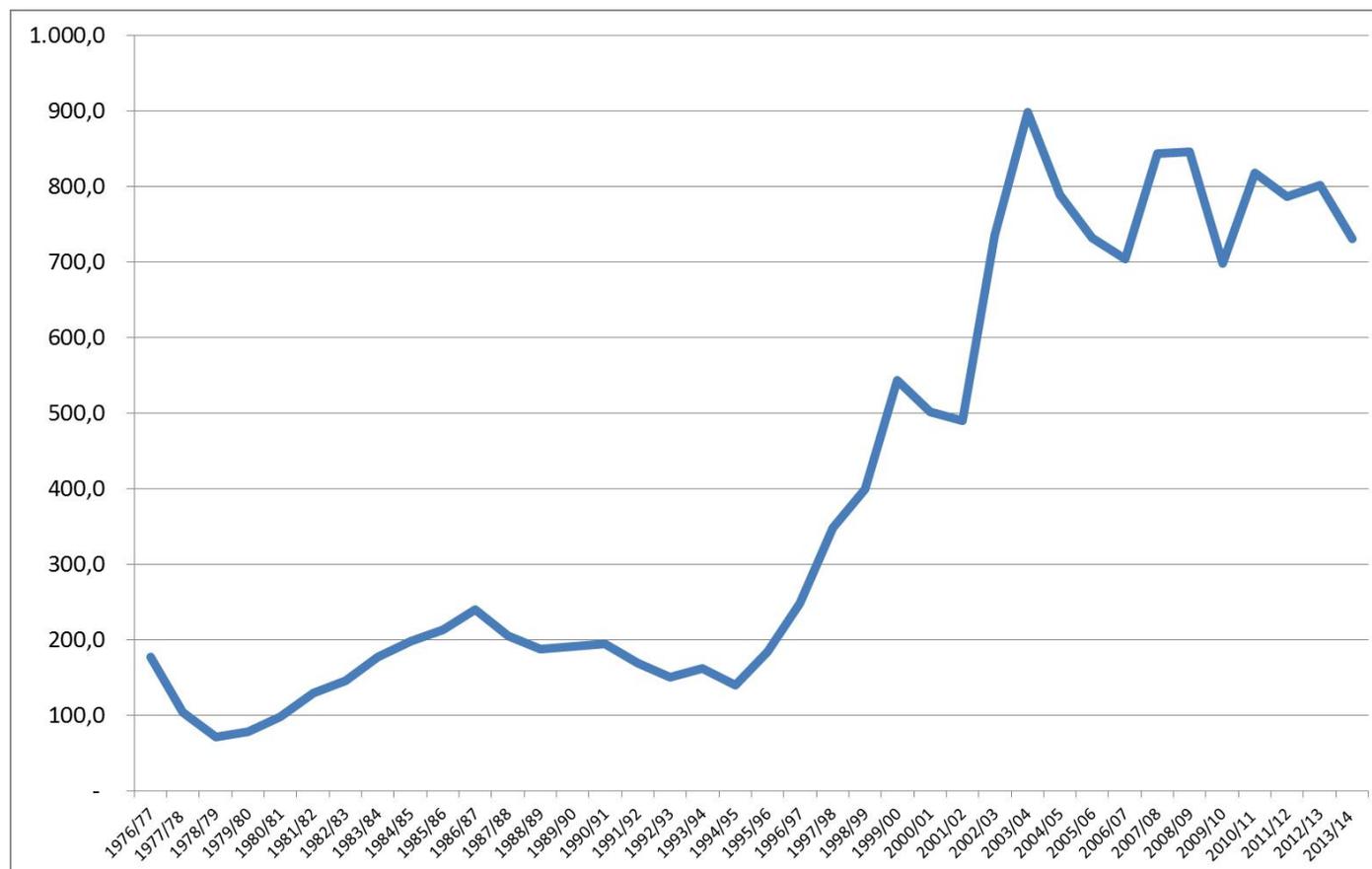
## Produção de sorgo

O sorgo foi introduzido no Brasil no início do século XX, mas desde então nunca se firmou como uma cultura com características comerciais marcantes. Por ser identificado como substituto do milho em seus vários usos, o sorgo teve problema para ser identificado pelos produtores e consumidores como cultura comercial. Também por ser apresentado como rústico, com sua origem em regiões semiáridas e áridas, seria resistente à seca e foi introduzido no Nordeste como o produto que salvaria a produção agropecuária daquela região. No entanto, o sorgo é um pouco mais resistente ao estresse hídrico do que o milho, mas não é resistente à seca como se propagava e depende de boas práticas culturais para atingir produtividades melhores. Assim, novamente, teve dificuldades para se tornar um produto comercial de porte naquela região.

A despeito das dificuldades de mercado encontradas pelos produtores de sorgo, a cultura alcançou maior volume de produção na última década do século passado no Brasil. Nos Gráficos 1, 2 e 3 são apresentados os dados da área colhida, da produção e da produtividade da cultura do sorgo granífero no Brasil.

O Brasil é um dos poucos lugares no mundo onde se aumentou consistentemente a área plantada com sorgo nas últimas quatro décadas. Entre 1976/77 e 2013/14, a área com sorgo granífero aumentou 350%. Essa taxa de crescimento poderia até ser maior, caso a área máxima alcançada em 2003/04, 898 mil ha, tivesse permanecido. Essa diminuição decorre da competição com o milho plantado no inverno, cuja área aumentou acentuadamente na última década.

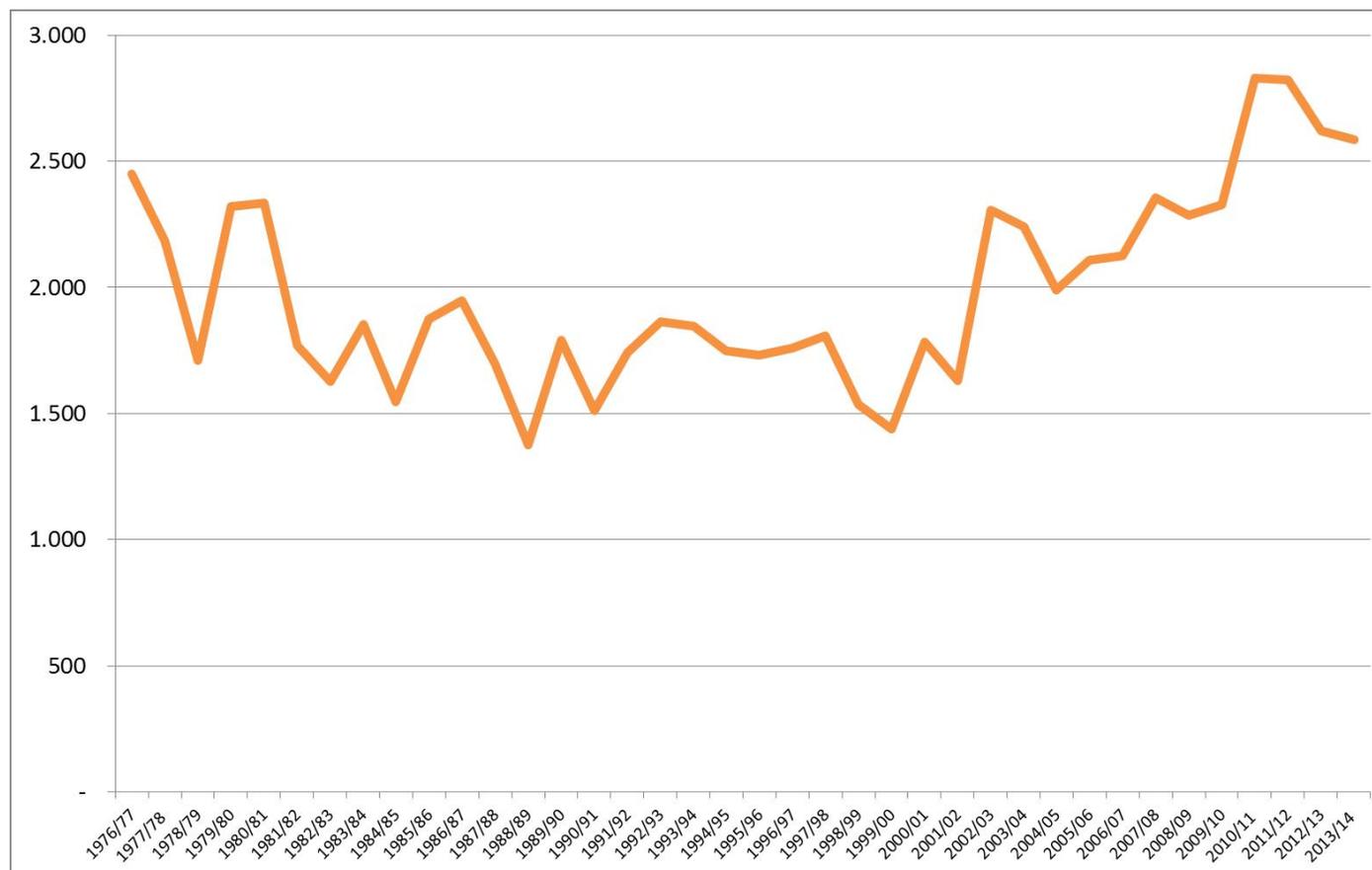
**Gráfico 1:** Área plantada com sorgo granífero no Brasil, 1976/77-2013/14 (mil ha)



Fonte: Conab (2014a)

É interessante notar no Gráfico 2 que a produtividade nacional do sorgo granífero em 1976/77 estava no mesmo patamar da safra 2013/14. Ao longo dessas décadas, a produtividade do sorgo granífero caiu e voltou a subir sistematicamente a partir de 1988/89. Para explicar esse comportamento da produtividade, deve-se recorrer não apenas a tecnologia e insumos, importantes para os aumentos dos últimos 15 anos, mas também pela região e época de plantio. No final da década de 70, o sorgo granífero era plantado majoritariamente no sul do país e no verão. Entretanto, com o passar dos anos a produção foi se deslocando para regiões como o Centro-Oeste, e o cultivo passou para o inverno, em sucessão a soja de verão. Ou seja, a produtividade de sorgo inicialmente caiu por adentrar em terras menos férteis e pelo maior risco climático do plantio no inverno. A tecnificação das lavouras de soja no Centro-Oeste, com o sorgo embarcando na esteira da oleaginosa, a correção dos solos e o melhoramento genético viabilizaram o aumento da produtividade de sorgo a partir de 2000/01.

**Gráfico 2:** Produtividade do sorgo granífero no Brasil, 1976/77-2013/14 (kg ha)

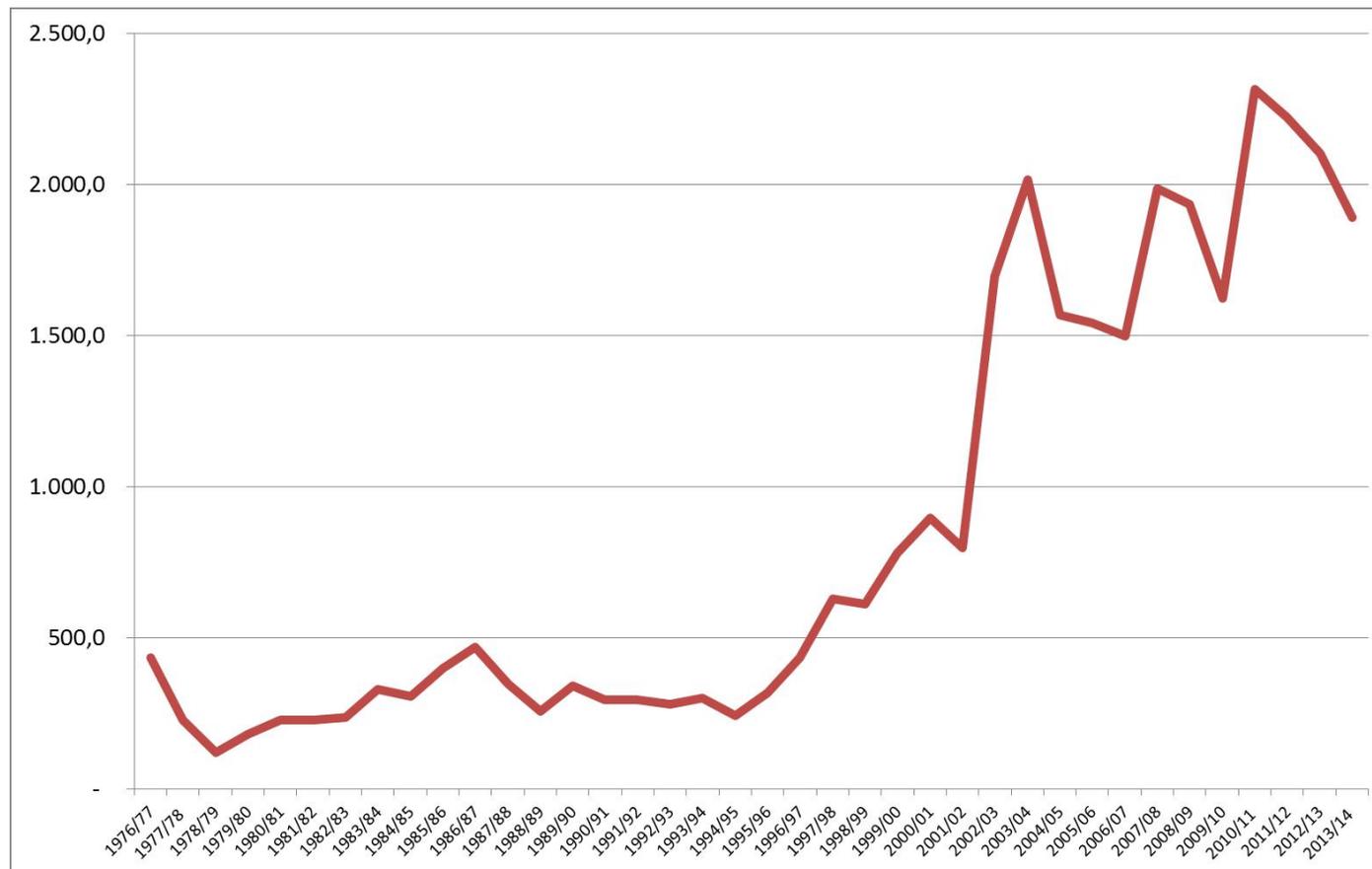


Fonte: Conab (2014a)

Ao analisarmos a produção do Brasil como um todo, nota-se que, em uma década, a área colhida de sorgo em grãos praticamente quadruplicou e que a produção mais que quadruplicou. Analisando os dados de 1973 até 1994, a produção cresceu à taxa média de 1,3% ao ano, representando um crescimento de 32,93% em um período de 22 anos. Por outro lado, no período de 1995 até 2001, a taxa de crescimento média foi de 19,85% ao ano, resultando em um crescimento de 255,1% no período de 7 anos.

Pode-se observar, no Gráfico 3, a mudança de inclinação da linha que representa a evolução da produção no Brasil. Até 1994, a linha tem oscilações em torno de uma tendência praticamente horizontal e, após 1995, observa-se que a linha é fortemente inclinada positivamente, representando este crescimento acentuado. O resultado do aumento da área e produtividade do sorgo nos últimos anos fez a produção de sorgo explodir a partir de 1995/96, até então estagnada abaixo de 500 mil toneladas.

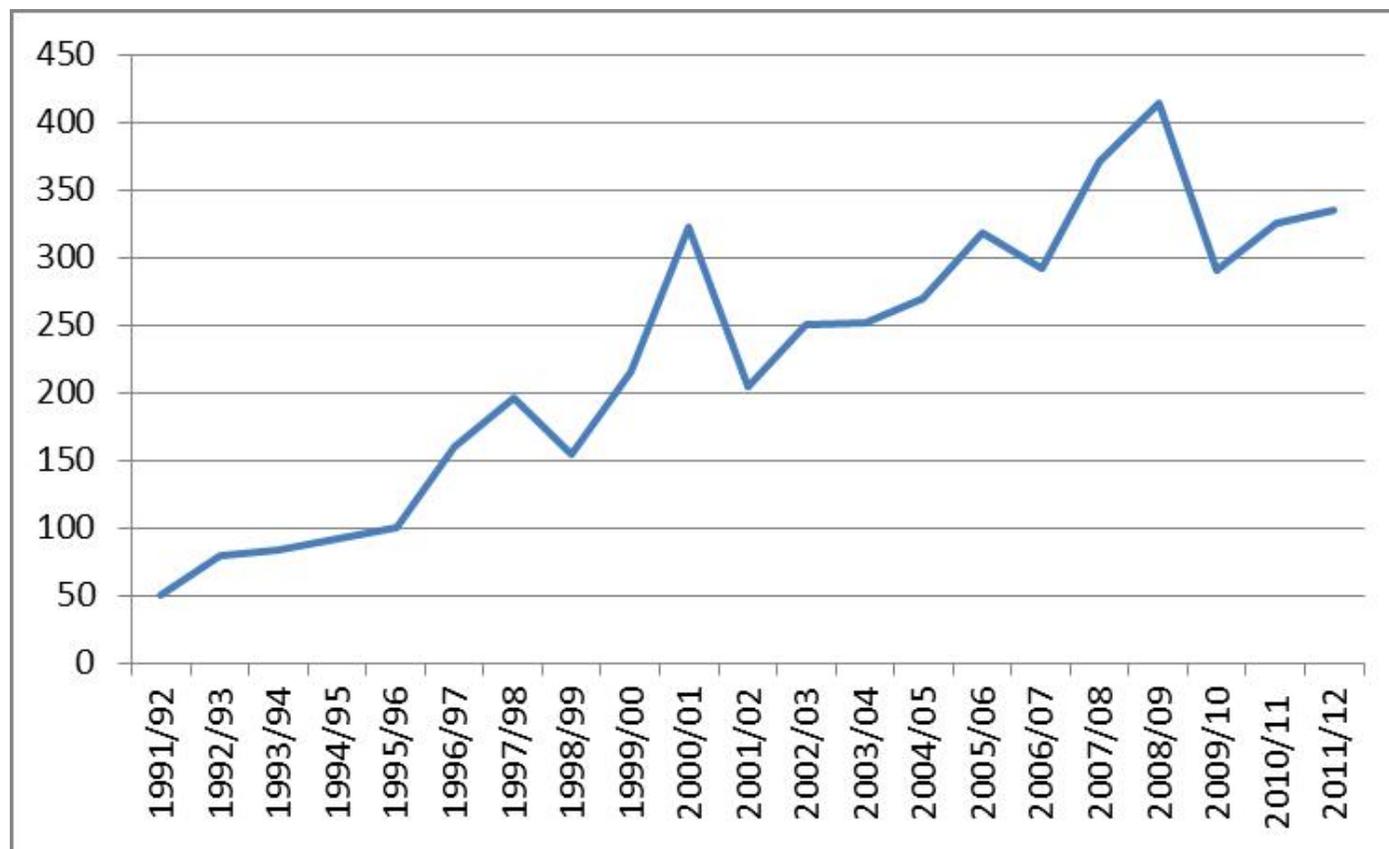
**Gráfico 3:** Produção de sorgo granífero no Brasil, 1976/77-2013/14 (mil t)



Fonte: Conab (2014a)

Pelo menos três fatores concorreram fortemente para o aumento desta produção. O primeiro está relacionado à criação, no início dos anos noventa, do Grupo Pró-Sorgo, constituído de representantes da indústria de semente, da pesquisa agropecuária, de instituições públicas e outros, que teve como objetivo o fomento da produção de sorgo no Brasil, com maior divulgação das potencialidades da cultura e suas modernas tecnologias. A segunda está relacionada ao uso do sistema de produção de plantio direto nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, tendo o sorgo como uma cultura que, além de servir para rotação com a soja, produz boa palhada necessária ao sistema. E a terceira diz respeito à crescente importância da safra de inverno (segunda safra ou safrinha) na região central do Brasil, onde o sorgo representa menor risco, uma vez que é mais resistente ao estresse hídrico do que o milho.

O sorgo forrageiro também possui um papel relevante na alimentação animal no Brasil. Entretanto, inexistem informações sobre produção e produtividade dessa variedade de sorgo. Dados sobre a área plantada, estimada a partir da venda de sementes, são disponibilizados pela Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudanças (APPS). Assim como o sorgo granífero, o sorgo forrageiro também tem conseguido aumentar a área plantada ao longo das duas últimas décadas. Nas últimas safras, tem-se plantado acima de 300 mil ha de sorgo forrageiro no país, como pico de 414 mil ha plantados em 2008/09.

**Gráfico 4:** Área plantada com sorgo forrageiro no Brasil, 1991/92-2011/12 (mil ha)

## Considerações finais

Na contramão de grande parte dos países produtores de sorgo no mundo, a produção do cereal tem prosperado no Brasil. Apesar de não ser irrelevante, não há dados sobre toda riqueza gerada pelas cadeias produtivas do sorgo. Lembrando que informações sobre a cultura não foram exploradas pelo Censo Agropecuário de 2006, ao contrário do Censo feito em 1995-96. Apesar disso, o IBGE divulga informações sobre o valor da produção do sorgo granífero. Segundo o IBGE, o Centro-Oeste possui o maior valor de recursos gerados com sorgo, principalmente por causa de Goiás, com 357 milhões de reais em 2012. A produção brasileira de sorgo em 2012 foi avaliada em 555,6 milhões de reais. Entretanto, avaliar a cultura do sorgo apenas pelos grãos é

subavaliar a importância econômica do cereal, pois existem de 300 a 400 mil hectares plantados de sorgo forrageiro que não entram no cálculo do IBGE, sem contar os outros elos da cadeia produtiva.

**Autores deste tópico:** Jason de Oliveira Duarte, Rubens Augusto de Miranda

ALVARENGA, C. D. Controle integrado do pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) em sorgo através de genótipos resistentes e do predador Doru luteipes (Scudder, 1876). 1992. 113 f. Tese (Mestrado) - Universidade São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

ALVAREZ, V.H.V., DIAS, L.E., RIBEIRO, A. .C., SOUZA, R.B. Uso de Gesso Agrícola. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.67-78.

ALVES, V.M.C.; VASCONCELLOS, C.A.; FREIRE, F.M.; PITTA, G.V.E.; FRANÇA, G.E. de. Sorgo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (eds.). Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.325-327.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portarias de Zoneamento Agrícola de Risco Climático por Unidade da Federação. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadasporuf>>. Acesso em: 24 jun. 2010.

CIIAGRO/IAC – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas/ Instituto Agrônomo de Campinas. (disponível em <http://www.ciiagro.sp.gov.br/zoneamento/sorgo.htm>, acessado em 11/set/2008)

COELHO, A. M. & REZENDE, A. V. Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular técnica, 111).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3. ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul, 1994. 224p.

CORTEZ, M.G.R.; WAQUIL, J.M. Influência de cultivar e nível de infestação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no rendimento do sorgo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Jaboticabal, v.26, n.2, p.407-410, 1997.

CRUZ, I. Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). 1986. Tese (Doutorado) \_ Universidade São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

EASTIN, J. D. Photosynthesis and translocation in relation to plant development. In: RAO, N.G.P.; HOUSE, L.R. (Eds.) Sorghum in Seventies. New Delhi: Oxford & IBH, 1972. p.214-246.

- EASTIN, J. D.; T. GERIK; J. RICE; A. DOBRENZ. Environmental responses in sorghum. REUNION INTERNACIONAL DE SORGO, 1978, Buenos Aires. Memoria... Buenos Aires: Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación, p.321-324. 1978.
- FRIBOURG, H.A., W.E. BRYAN; G.M. LESSMAN; D.M. MANNING. Nutrient uptake by corn and grain sorghum silage as affected by soil type, planting date, and moisture regime. *Agronomy Journal*, 68: 260 – 263, 1976.
- GALO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; SPOTTI LOPES, J.R.; OMOTO, C. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GASSEN, D. N. Insetos associados a cultura do trigo. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984. 39 p. (EMBRAPA-CNPT.Circular Técnica, 3).
- GAZZIERO, D.L.P.; GUIMARÃES, S.C.; PEREIRA, F.A.R. Plantas daninhas: cuidado com a disseminação. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1989. (Folder).
- GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G. de; SCOLARI, D.D.G. Critérios para recomendação de calagem e adubação. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1987. 55 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 25)
- GRAIN mold. In: FREDERIKSEN, R.A. (Ed.). *Compendium of Sorghum Diseases*. St. Paul: American Phytopathological Society, 1986. p.36-38.
- GRUNDON, N.J.; EDWARDS, D.G.; TAKKAR, P.N.; ASHER, C.J.; CLARK, R.B. Nutritional disorders of grain sorghum. Canberra. Australian Centre for International Agricultural Research/ Indian Council of Agricultural Research/University of Queensland, 1987. 99p.
- HOELSCHER, C. E.; TEETES, G.L. Insects and mites pest of sorghum - Management approaches. Texas: Agricultural Exp. Station, 1983. 24 p. (B. 1220).
- JOTWANI, M. G.; YOUNG, W. R. Recent development of chemical control of insect pest of sorghum. In: RAO, N.G.P.; HOUSE, L.R. *Sorghum in seventies*. New Delhi: Oxford, 1976.
- LARA, F. M. Influência de genótipos de sorgo, *Sorghum vulgais* Pers., local e época de plantio, inimigos naturais e inseticidas sobre *Contarinia sorghicola* (Coq. 1898). 1974. 111 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal "Prof Ruete", Jaboticabal.
- LAZZARI, F. A. Umidade, Fungos e Micotoxinas na Qualidade de Sementes, Grãos e Rações. 2.ed. Curitiba: Ed. Do Autor, 1997. 148p.
- LIMA, J. M. P. de; M. A . LIRA; M. L. de LIMA; M. C. M. das CHAGAS - Embrapa/EMPARN (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE S/A). SORGO. 3p. (disponível em <http://www.emparn.rn.gov.br/links/publicacoes/folders/sorgo.pdf>, acessado em set/2008)
- LOPES, S.C.; WAQUIL, J.M.; RODRIGUES, J.A.S. Identificação do biótipo de pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) de ocorrência em Sete Lagoas-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SEB, 1993. p.381.
- MAGALHÃES, P.C.; RODRIGUES, W.A.; DURÃES, F.O.M. Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 1997. 26 p. (EMBRAPA - CNPMS. Circular Técnica, 27).

- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. Fisiologia da planta de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46p. (Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica, 3).
- MALAVOLTA, E. & DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.D. (eds.). Melhoramento e produção de milho. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2.
- MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. de.; SOUZA, R.B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Ed.) Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5 Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.143-168.
- MATRÂNGOLO, W.J.R.; WAQUIL, J.M. Biologia de *Paramixia carmelitana* (Carvalho) (Hemiptera: Miridae). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil, Jaboticabal, v.20, n.2, p.299-306, 1990.
- MENSCHOV, A. B. Insetos-pragas do sorgo e seu combate. Pelotas: EMBRAPA-UEPAE Pelotas, 1982. 43 p. (EMBRAPA-UEPAE Pelotas.Circular Técnica, 14).
- MONTESO, L. F. A., MATRÂNGOLO, W. J. R.; WAQUIL, J.W. Preferência alimentar de *Stenaridea carmelitana* (Carvalho) (Hemiptera: Miridae) em sorgo e milho. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil, Jaboticabal, v.26, n.1, p.195-198, 1997.
- NEMATODES. In: FREDERIKSEN, R.A. (Ed.). Compendium of sorghum diseases. St. Paul: American Phytopathological Society, 1986. p.50-53.
- PAUL, C.L. Agronomia del sorgo. Patancheru: ICRISAT/LASIP/CLAIS,1990. 301 p.
- PAUL, C.L. Aspectos fisiologicos del crecimiento y desarrollo del sorgo. In: PAUL, C.L. Agronomia del sorgo Patancheru: ICRISAT, 1990. p 43-68.
- PINTO, N. F. J. A. Controle químico de fungos associados a sementes de sorgo e proteção contra fungos do solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.5, p.723-728, 2002.
- PINTO, N. F. J. A. Tratamento químico de grãos de sorgo úmidos visando o controle de fungos de armazenagem. Revista Brasileira de Armazenamento, Viosa, v.26, n.2, p.55-59, 2001.
- PINTO, N.F.J.A.; LORDELLO, R.R.A. Levantamento qualitativo e quantitativo de nematóides em diferentes áreas experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.5, n.3, p.439, out. 1980. Edicao de Resumos do XIII Congresso da Sociedade Brasileira de Fitopatologia, Rio de Janeiro, RJ. 1980.
- PONTE, J.J.; CARMO, C.M.; SALES, M.G.; SIMPLÍCIO, M.E.; LEMOS, J.W.V. Comportamento de cultivares de sorgo em relação ao nematóide *Meloidogyne incognita*. In: REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, 3., 1978, Mossoro. [Anais...]. [ S.I.]: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1978. p.39-42.
- PITTA, G.V.E.; VASCONCELLOS, C.A.; ALVES, V.M.C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S; FERREIRA, J.J. (eds.). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. Cap.9. p.243-262.

- QUAGGIO, J.A. . Métodos de laboratório para determinação da necessidade de calagem em solos. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 15.; SIMPOSIO SOBRE ACIDEZ E CALAGEM, 1982, Campinas. Acidez e calagem no Brasil. Campinas: SBCS, 1983. p.33-48.
- REIS, P. R.; BOTELHO, W.; WAQUIL, J.M. Pragas do sorgo. Informe Agropecuario, Belo Horizonte, v.5, n.56, p.27-35, 1979.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- RODRIGUES, W.A.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, F.G.; BETERCHINE, A.G.; TOSELLO, G.A. Métodos para determinar tanino em sorgo, avaliando-se o desempenho de aves e a digestibilidade in vitro da matéria seca. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.22, n.4, p. 540-550, out/dez. 1998.
- ROSSETTO, C. J.; BANZATTO, N.V.; CARVALHO, R.P.L.; AZZINI, L.E.; LARA, F.M. Pragas do sorgo em São Paulo. In: SIMPÓSIO INTERAMERICANO DE SORGO, 1, 1972, Brasília, DF. Anais... Brasília: UNB, 1972. p.219
- SANS, L. M. A.; A. V. de C. DE MORAIS; D. P. GUIMARÃES. Época de plantio de sorgo (Comunicado Técnico). MAPA. Sete Lagoas. 2003.
- SCUSSEL, V. M. Micotoxinas em Alimentos. Florianópolis: Insular, 1998. 144p.
- SHARMA, H. C.; SING, F.; K.F. NWANZE, K.F. Plant resistant to insects in sorghum. Patancheru: ICRISAT, 1997. 205p.
- SORGHUM insect identification handbook. Patancheru: ICRISAT, 1983. 124p. (ICRISAT.Information Bulletin, 12)
- TABOSA, J. N.; O. V. DOS REIS; A.R. DE M. B. BRITO; M. C. D. MONTEIRO; J. B. SIMPLÍCIO; J. A. C. DE OLIVEIRA; F. G. DA SILVA, A. D. DE AZEVEDO NETO; F. M. DIAS; M. DE A. LIRA; J. J. TAVARES FILHO; M. M. A. DO NASCIMENTO; L. E. DE LIMA; H. W. L. DE CARVALHO; L. R. DE OLIVEIRA. COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SORGO FORRAGEIRO EM DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLÓGICOS DOS ESTADOS DE PERNAMBUCO E ALAGOAS. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.2, p.47-58, 2002
- VIANA, A.C. Alternativas de cultivo para exploração do sorgo granífero. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.144. p.28-32, dez. 1986.
- VIANA, A.C. Rotação e sucessão de culturas envolvendo sorgo, soja e milho. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1988-1991, EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, p.191-193. 1992.
- VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E. Fosfogesso- uso agrícola. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS, 1985, Piracicaba. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1985. Cap. 5.
- WAQUIL, J. M.; OLIVEIRA, A.C. Monitoramento da mosca-do-sorgo, *Contarinia sorghicola* (Coquillett, 1898) através de armadilhas de feromônio. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1992-1993, Sete Lagoas, v.6, p.68-69, 1994.
- WAQUIL, J. M.; LARA, F.M. Mosca-do-sorgo, *Stenodiplosis sorghicola* (Coquillett) (Diptera: Cecidomyiidae). In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. (Ed.) Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p.106-112.

- WAQUIL, J. M.; TEETES, G.L. Impacto do dano da mosca-do-Sorgo, *Contarinia sorghicola* (Coq.1898), no peso de cada grão remanescentes à infestação. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil, Jaboticabal, v.19, n.1, p.201-209, 1990.
- WAQUIL, J. M.; RODRIGUES, J.A.S. Avaliação de genótipos de sorgo forrageiro para resistência à cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1992-1993, Sete Lagoas, v.6, p. 66-67, 1994.
- WAQUIL, J. M.; VIANA, P.A. Avaliação do controle da lagarta-elasma em sorgo. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1992-1993, Sete Lagoas, v.6, p.70, 1994.
- WAQUIL, J. M. Efeito do tratamento de sementes e do solo para controle do pulgão-verde. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1992-1993, Sete Lagoas, v.6, p.71-72, 1984.
- WAQUIL, J. M.; LOPES, S.C.; AZEVEDO, J.T.; OLIVEIRA, A.C. Ocorrência e dano de *Thyanta perditor* (Fabr. 1874) (Hemiptera: Pentatomidae) em sorgo. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1992-1993, Sete Lagoas, v.6, p.69, 1994.
- WAQUIL, J.M.; MATRÂNGOLO, W.J.R. Avaliação da infestação do pulgão verde - *Schizaphis graminum* em plântulas de Ensaios Nacional de Sorgo Granífero em presença de parasitóide. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA,13., e, SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE BICUDO DO ALGODOEIRO, 1, e ENCONTRO SOBRE COCHONILHA DA PALMA FORRAGEIRA, 2, e ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 3, Recife, 1991. Resumos... Recife: Sociedade Entomologica do Brasil, 1991. p.547.
- WAQUIL, J.M.; MATRÂNGOLO, W.J.R. Ocorrência de *Paramixia carmelitana* (Hemiptera. Miridae) causando dano em sorgo. Anais Sociedade Entomologica do Brasil, Jaboticabal, v.20, p.457, 1990.
- WAQUIL, J.M.; CRUZ, I.; VIANA, P.A. Pragas do sorgo. Informe Agropecuario, Belo Horizonte, v.12, p.46-51, 1986.
- ALVES, V.M.C.; VASCONCELLOS, C.A.; FREIRE, F.M.; PITTA, G.V.E.; FRANÇA, G.E. de. Sorgo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (eds.). Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.325-327.
- FRIBOURG, H.A., W.E. BRYAN; G.M. LESSMAN; D.M. MANNING. Nutrient uptake by corn and grain sorghum silage as affected by soil type, planting date, and moisture regime. Agronomy Journal, 68: 260 – 263, 1976.
- GRUNDON, N.J.; EDWARDS, D.G.; TAKKAR, P.N.; ASHER,C.J.; CLARK, R.B. Nutritional disorders of grain sorghum. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research/Indian Council of Agricultural Research/University of Queensland, 1987. 99p.
- MALAVOLTA, E. & DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.D. (eds.). Melhoramento e produção de milho. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2.
- MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. de.; SOUZA, R.B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (eds.). Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.143-168.

PITTA, G.V.E.; VASCONCELLOS, C.A.; ALVES, V.M.C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S; FERREIRA, J.J. (eds.). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. Cap.9. p.243-262.

VIANA, A.C. Alternativas de cultivo para exploração do sorgo granífero Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.144. p.28-32, dez. 1986.

VIANA, A.C. Rotação e sucessão de culturas envolvendo sorgo, soja e milho. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1988-1991, EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, p.191-193. 1992.

## Glossário

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

### A

**Acérvulo** - frutificação típica de fungos pertencentes ao gênero Colletotrichum, onde são produzidos os esporos do patógeno.

**Anterídio** - órgão sexual masculino de alguns fungos.

**Ascósporo** - Esporo produzido por fungo na fase de reprodução sexual.

### B

### C

**Capacidade tampão** - Refere-se à resistência que tem o solo para deixar variar a quantidade de um determinado nutriente em solução

**Clamidósporo** - Estrutura de resistência dos microorganismos às condições adversas.

**Clorose (Cloróticas)** - amarelecimento dos tecidos foliares, devido à destruição ou não formação de clorofila.

**Coalescência** - Fusão de duas ou mais lesões na folha

**Conídios** - esporo produzido por fungos na fase de reprodução assexual.

**D****E**

**Epidemiologia** - estudo dos fatores que afetam a ocorrência e disseminação de doenças infecciosas.

**Escleródio** - massa compacta de hifas, com ou sem tecido do hospedeiro, capaz de sobreviver sob condições ambientais desfavoráveis.

**Esporo** - unidade reprodutiva do fungo, correspondente à semente das plantas.

**Estroma** - Estrutura compacta de micélio na qual a frutificação (Conídio) é formada.

**F**

**Fósforo remanescente** - Concentração de fósforo da solução de equilíbrio após agitar durante 1 h a TFSA ( terra fina seca ao ar ) com solução de CaCl<sub>2</sub> 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10.

**G**

**Genótipo** - a constituição genética de um organismo.

**H****I**

**Inóculo** - o patógeno ou parte do patógeno capaz de causar infecção. A parte ou porção do patógeno que entra em contato com o hospedeiro.

**J****K****L**

**Lesão** - área de tecido doente (clorótica ou necrótica).

**Localizada (lesão ou infecção)** - lesões locais produzidas na folha, resultantes da infecção por um agente patogênico.

## M

**Micélio** - Conjunto de hifas do fungo.

## N

**Necrose(Necróticas)** - morte ou descoloração de tecidos foliares resultantes da infecção por um agente patogênico.

## O

**Oogônio** - órgão sexual feminino de alguns fungos.

**Oosporo** - esporo de origem sexual produzido pela união de anterídio e oogônio. Funciona como uma estrutura de sobrevivência e de disseminação.

## P

**Patógeno** - qualquer organismo vivo capaz de causar doença.

**Peritécio** - estrutura do fungo na qual os ascósporos são formados

**Pústulas (urédias)** - pequenas elevações que se formam na epiderme da folha, resultante da pressão causada pelos uredosporos formados internamente.

## Q

## R

## S

**Sistêmica (infecção)** - disseminada internamente por todo o corpo da planta.

**T**

**U**

**Uredosporos** - esporos produzidas nas urédias de fungos causadores de ferrugens.

**V**

**W**

**X**

**Y**

**Z**

## Todos os autores

**Antonio Marcos Coelho**

*Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fertilidade Do Solo*  
[antoniomarcos.coelho@embrapa.br](mailto:antoniomarcos.coelho@embrapa.br)

**Carlos Roberto Casela**

*Pesquisador Aposentado da Embrapa Milho e Sorgo, Fitopatologia*  
[carlos@hotmail.com](mailto:carlos@hotmail.com)

**Cicero Beserra de Menezes**

*Superior Em Agronomia, doutorado Em Agronomia, mestrado Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Melhoramento de Plantas*  
[cicero.menezes@embrapa.br](mailto:cicero.menezes@embrapa.br)

**Dagma Dionisia da Silva**

*Doutorado Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fitopatologia*  
[dagma.silva@embrapa.br](mailto:dagma.silva@embrapa.br)

**Daniel Pereira Guimaraes**

*Superior Em Engenharia Florestal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo*  
[daniel.guimaraes@embrapa.br](mailto:daniel.guimaraes@embrapa.br)

**Decio Karam**

*Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Plantas Daninhas*  
[decio.karam@embrapa.br](mailto:decio.karam@embrapa.br)

**Elena Charlotte Landau**

*Superior Em Ciencias Biologicas, doutorado Em Ecologia, pos-doutorado Em Biologia Vegetal, mestrado Em Ecologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Zoneamento Agroclimático*  
[charlotte.landau@embrapa.br](mailto:charlotte.landau@embrapa.br)

**Evandro Chartuni Mantovani**

*Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Mecanização*  
[evandro.mantovani@embrapa.br](mailto:evandro.mantovani@embrapa.br)

**Flavio Dessaune Tardin**

*Pesquisador , Melhoramento De Plantas*  
[flavio.tardin@mudaresteemail.com.br](mailto:flavio.tardin@mudaresteemail.com.br)

**Francisco Morel Freire**

*Pesquisador*  
[francisco.morel@epamig.br](mailto:francisco.morel@epamig.br)

**Frederico Ozanan Machado Duraes**

*Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fisiologia*  
[frederico.duraes@embrapa.br](mailto:frederico.duraes@embrapa.br)

**Joao Carlos Garcia**

*Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Economia Rural*  
[joao.garcia@embrapa.br](mailto:joao.garcia@embrapa.br)

**Jamilton Pereira dos Santos**

*Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Armazenamento Grãos/entomologia*  
[jamilton@cnpms.embrapa.br](mailto:jamilton@cnpms.embrapa.br)

**Jason de Oliveira Duarte**

*Superior Em Ciências Economicas,mestrado Em Economia Rural/agraria/agricol, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Economia Rural*  
[jason.duarte@embrapa.br](mailto:jason.duarte@embrapa.br)

**Joao Herbert Moreira Viana**

*Superior Em Agronomia,doutorado Em Agronomia,mestrado Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Manejo Do Solo*  
[joao.herbert@embrapa.br](mailto:joao.herbert@embrapa.br)

**Jose Avelino Santos Rodrigues**

*Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Melhoramento De Plantas*  
[avelino.rodrigues@embrapa.br](mailto:avelino.rodrigues@embrapa.br)

**Jose Carlos Cruz**

*Superior Em Agronomia,mestrado Em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fitotecnia*  
[josecarlos.cruz@embrapa.br](mailto:josecarlos.cruz@embrapa.br)

**José Magid Waquil**

*Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Entomologia*  
[jmwaquil@gmail.com](mailto:jmwaquil@gmail.com)

**Jurandir Vieira de Magalhaes**

*Superior Em Agronomia,doutorado Em Ciencia do Solo,mestrado Em Solos e Nutricao de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Melhoramento de Plantas*  
[jurandir.magalhaes@embrapa.br](mailto:jurandir.magalhaes@embrapa.br)

**Luciano Viana Cota**

*Superior Em Agronomia,doutorado Em Agronomia,mestrado Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Doenças*  
[luciano.cota@embrapa.br](mailto:luciano.cota@embrapa.br)

**Luiz Marcelo Aguiar Sans**

*Pesquisador Aposentado da Embrapa Milho e Sorgo, Climatologia E Zoneamento Agrícola*  
[lsans@cnpms.embrapa.br](mailto:lsans@cnpms.embrapa.br)

**Marcos Jose de Oliveira Fonseca**

*Superior Em Agronomia,doutorado Em Producao Vegetal,mestrado Em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fisiologia e Manejo Pós-colheita*  
[marcos.fonseca@embrapa.br](mailto:marcos.fonseca@embrapa.br)

**Maurilio Fernandes de Oliveira**

*Superior Em Agronomia,doutorado Em Agronomia,mestrado Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Manejo de Plantas Daninhas*  
[maurilio.oliveira@embrapa.br](mailto:maurilio.oliveira@embrapa.br)

**Miguel Marques Gontijo Neto**

*Superior Em Agronomia,doutorado Em Zootecnia,mestrado Em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Forragicultura*  
[miguel.gontijo@embrapa.br](mailto:miguel.gontijo@embrapa.br)

**Paulo Afonso Viana**

*Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Entomologia*  
[paulo.viana@embrapa.br](mailto:paulo.viana@embrapa.br)

**Paulo Cesar Magalhaes**

*Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Ecofisiologia*  
[paulo.magalhaes@embrapa.br](mailto:paulo.magalhaes@embrapa.br)

**Paulo Motta Ribas**

*Engenheiro Agrônomo, M.sc. , Melhoramento*  
[paulo.ribas@agrocere.com.br](mailto:paulo.ribas@agrocere.com.br)

**Ramon Costa Alvarenga**

*Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Manejo Dos Solos*  
[ramon.alvarenga@embrapa.br](mailto:ramon.alvarenga@embrapa.br)

**Reginaldo Resende Coelho**

*Superior Em Agronomia, mestrado Em Agronomia, M.sc., Analista da Escritório de Sete Lagoas, Fitopatologia*  
[reginaldo.coelho@embrapa.br](mailto:reginaldo.coelho@embrapa.br)

**Rodrigo Veras da Costa**

*Superior Em Agronomia, doutorado Em Ciencias, mestrado Em Ciencias, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Doenças*  
[rodrigo.veras@embrapa.br](mailto:rodrigo.veras@embrapa.br)

**Rubens Augusto de Miranda**

*Superior Em Ciencias Economicas, doutorado Em Administracao, mestrado Em Economia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo*  
[rubens.miranda@embrapa.br](mailto:rubens.miranda@embrapa.br)

**Simone Martins Mendes**

*Superior Em Agronomia, doutorado Em Agronomia, mestrado Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Entomologia*  
[simone.mendes@embrapa.br](mailto:simone.mendes@embrapa.br)

**Thiago Corrêa de Souza**

*Biólogo, D.sc. Em Fisiologia Vegetal. Bolsista Pós Doctor Na Unifenas*  
[thiagonepre@hotmail.com](mailto:thiagonepre@hotmail.com)

**Vera Maria Carvalho Alves**

*Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fertilidade De Solo*  
[vera.alves@embrapa.br](mailto:vera.alves@embrapa.br)

**EMERSON BORGHI**

[emerson.borghi@embrapa.br](mailto:emerson.borghi@embrapa.br)

**ROBERT EUGENE SCHAFFERT**

[robert.schaffert@embrapa.br](mailto:robert.schaffert@embrapa.br)

## Expediente

### Embrapa Milho e Sorgo

#### Comitê de publicações

Sidney Netto Parentoni  
[Presidente](#)

Elena Charlott Landau  
[Secretário executivo](#)

Flávia Cristina dos Santos  
Guilherme Ferreira Viana  
Eliane Aparecida Gomes  
Flávio Tardin  
Paulo Afonso Viana  
Rosângela Lacerda de Castro  
[Membros](#)

#### Corpo editorial

José Avelino Santos Rodrigues  
[Editor\(es\) técnico\(s\)](#)

Guilherme Ferreira Viana  
[Revisor\(es\) de texto](#)

Rosângela Lacerda de Castro  
[Normalização bibliográfica](#)

Enilda Alves Coelho e Rafael Ribeiro Macedo  
[Editoração eletrônica](#)

### Embrapa Informação Tecnológica

Selma Lúcia Lira Beltrão  
Rúbia Maria Pereira  
[Coordenação editorial](#)

#### Corpo técnico

Cláudia Brandão Mattos (Auditora)  
Karla Ignês Corvino Silva (Analista de Sistemas)  
Talita Ferreira (Analista de Sistemas)  
[Supervisão editorial](#)

Cláudia Brandão Mattos  
Mateus Albuquerque Rocha (SEA Tecnologia)  
[Projeto gráfico](#)

### Embrapa Informática Agropecuária

Kleber Xavier Sampaio de Souza  
Sílvia Maria Fonseca Silveira Massruha  
[Coordenação técnica](#)

#### Corpo técnico

Leandro Henrique Mendonça de Oliveira (Suporte operacional)  
[Publicação eletrônica](#)

Dácio Miranda Ferreira (Infraestrutura de servidor)  
[Suporte computacional](#)