

MISOSUL

REUNIAO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA
DE PESQUISA DE MILHO E SORGO



**INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA O CULTIVO DE MILHO E SORGO NA REGIAO
SUBTROPICAL DO BRASIL: SAFRAS 2023/24 E 2024/25**

**CONHECIMENTO | EXPERIÊNCIA | PESQUISA | TECNOLOGIA
APLICAÇÃO | EXTENSÃO | ENSINO**

MISOSUL

Reunião Técnica Sul-Brasileira de Pesquisa de Milho e Sorgo

Informações técnicas para o cultivo de milho e sorgo na região subtropical do Brasil: safras 2023/24 e 2024/25

*Eberson Diedrich Eicholz
Alencar Rugeri
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa
Christian Bredemeier
Felipe Bermudez Pereira
Fernando Machado dos Santos
Giovani Theisen
Jane Rodrigues de Assis Machado
Marcos Carrafa*

Editores Técnicos

Associação Brasileira de Milho e Sorgo
Sete Lagoas – MG
2024

5. ESTABELECIMENTO DA LAVOURA

Revisores técnicos: Rogério Ferreira Aires
Eberson Diedrich Eicholz
Giovani Theisen

5.1 Época de semeadura

5.1.1 Fatores determinantes da escolha

A região de clima temperado (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Sudoeste do Paraná) apresenta condições adequadas de clima e solo que permitem o cultivo de milho em praticamente todas as regiões ecológicas. Contudo, alguns aspectos devem ser observados quanto à época de semeadura, no sentido de maximizar o potencial produtivo e evitar perdas: a) os riscos de deficiência hídrica nos períodos críticos; b) os riscos de temperaturas baixas e de geada no início ou no fim da estação de crescimento; c) no regime de temperatura do ar e radiação solar quando a disponibilidade hídrica não é limitante; d) no sistema de rotação e sucessão de culturas adotado. Com isso, observam-se, nas regiões mais quentes, semeaduras durante até oito meses no ano, desde julho até fevereiro, enquanto em regiões mais frias a faixa de época de semeadura é mais restrita, geralmente de outubro a meados de dezembro.

Apesar da ampla faixa de semeadura, plantios muito no cedo ou muito tardios comumente resultam em uma produtividade limitada, abaixo do potencial da cultura. Na medida em que se prioriza o aumento na produtividade de grãos, deve-se considerar com maior atenção os fatores temperatura do ar e radiação solar, que devem ser altos durante o pré-florescimento e enchimento de grãos, pois a cultura responde à soma térmica e luminosidade. Com isso, quando o objetivo é maximizar o rendimento de grãos da cultura, geralmente a melhor época de semeadura coincide com o início da primavera, de forma que o florescimento ocorra em dezembro e o enchimento de grãos em janeiro e fevereiro. Entretanto, esta recomendação deve ser adotada apenas em regiões com baixo risco de deficiência hídrica em dezembro, janeiro e fevereiro ou sob condições de irrigação suplementar.

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

Os períodos de deficiência hídrica no RS são ocasionais e, embora ocorram predominantemente no período de verão, não são bem definidos na época em que acontecem. Entretanto, quando ocorrem, seus efeitos são muito drásticos na lavoura de milho, resultando em grande redução do rendimento de grãos. Isto dificulta a tomada de decisão de escolher a época de semeadura e mesmo quanto ao manejo da cultura. Nesse sentido, ressalta-se a importância do produtor estar a par das informações sobre o clima, em especial da condição (intensidade) do evento La Niña, que é associado à uma condição mais seca no verão do extremo sul do Brasil.

Para cada região, observa-se que há uma concentração de semeadura em época bem definida. Esta decisão é geralmente tomada em razão dos riscos de deficiência hídrica durante o ciclo da cultura. As semeaduras do início da estação (em geral, em agosto) são menos sujeitas à falta de água no período mais crítico da cultura. O prejuízo decorrente das menores radiação solar e temperatura do ar disponíveis às plantas no início do ciclo é parcialmente compensado pela alta radiação solar verificada em dezembro/janeiro, o que beneficia o enchimento de grãos. Rendimentos de grãos acima de 10 t ha⁻¹ podem ser atingidos em semeaduras de agosto e setembro, entretanto o potencial genético dos híbridos poderá ser ainda melhor expresso se a semeadura for realizada no mês de outubro, desde

que não haja risco de falta de água. As sementeiras tardias (dezembro/janeiro) apresentam menor potencial de rendimento de grãos, pois o florescimento vai ocorrer no início de março, quando a radiação solar e a temperatura do ar são baixas, reduzindo a translocação de fotoassimilados e prejudicando o enchimento de grãos nos meses seguintes.

Quando o fator disponibilidade hídrica não é limitante, a melhor época de sementeira é aquela que faz coincidir o florescimento e o início do subperíodo de formação e enchimento de grãos (quando a planta está com a maior área foliar) com o período de mais elevada temperatura do ar e radiação solar. No entanto, nesses meses (dezembro e janeiro) pode ocorrer deficiência hídrica, já que a demanda evaporativa é alta. Esta é uma forte razão pelo qual as sementeiras fora do período “ideal” são, muitas vezes, as que mais se adaptam às condições do agricultor, caso este não disponha de sistema de irrigação.

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

Se o agricultor semear no final da estação de crescimento (sementeira tardia de dezembro e janeiro), a planta pode enfrentar eventuais períodos secos e quentes quando ainda estiver se desenvolvendo vegetativamente. A época mais crítica à falta de água será atingida em fins de fevereiro e início de março, quando a demanda evaporativa já é menor (menos radiação solar incidente) e, portanto, são maiores as chances de ocorrerem condições hídricas mais adequadas e temperatura mais amena.

Em síntese, nas regiões, ou safras, ou sob irrigação, onde há baixa probabilidade de ocorrer deficiência hídrica, a melhor época de sementeira é aquela que considera as melhores disponibilidades de temperatura e radiação solar, conforme exposto. Nas sementeiras tardias (dezembro e janeiro) há diminuição no rendimento de grãos, pois o florescimento, a formação e o enchimento de grãos ocorrem com baixas disponibilidades térmicas e de radiação solar. De qualquer modo, considerando o risco climático (sobretudo por estiagem) o escalonamento da época de sementeira e o uso de cultivares de ciclos distintos são recomendáveis para o cultivo de milho no sul do Brasil, em especial para o estado do RS.

5.1.2 Efeitos sobre as características da planta

A planta de milho sofre modificações na duração do ciclo e em outras características em função da época de sementeira, com reflexos no rendimento de grãos. Quanto ao ciclo, a duração do período entre a sementeira e o florescimento é o que mais varia com a época de sementeira. O fator mais importante neste caso é a temperatura do ar. Com baixa temperatura (ex.: sementeiras de agosto) a planta leva mais tempo para se desenvolver, ocorrendo o oposto nas sementeiras de dezembro em diante. Já a duração do período de formação e enchimento de grãos é mais estável, variando menos com a época de sementeira; excessão ao período de secagem dos grãos (da maturação fisiológica à maturação de colheita), que pode variar muito de acordo com a temperatura e a umidade relativa do ar. As diferenças de ciclo entre cultivares hiperprecoces, superprecoces, precoces e de ciclo normal diminuem à medida que se retarda a época da sementeira.

Nas sementeiras tardias (dezembro-janeiro), além do encurtamento do ciclo, constata-se geralmente maior acamamento de plantas e maior incidência de insetos pragas e de doenças (especialmente as de colmo e de folhas). Por estarem mais sujeitas ao ataque de moléstias de colmo, as plantas tornam-se mais suscetíveis ao acamamento nessas épocas. O fator acamamento pode ser minimizado pelo uso de densidades mais baixas que as indicadas para as épocas precoce e intermediária. Em determinados anos, estes fatores contribuem de maneira muito expressiva para diminuir o rendimento de grãos, além da

redução já esperada pelo efeito da temperatura do ar e da baixa radiação solar incidente durante o subperíodo de enchimento de grãos. Este conjunto de aspectos adversos faz com que o agricultor tenha que ter maiores cuidados na lavoura semeada no tarde, comparativamente àquela semeada mais cedo.

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

5.2 Semeadura

5.2.1 Qualidade, classificação e tratamento de sementes

É recomendável que a semente a ser empregada na lavoura seja certificada, S1 ou S2, com elevado padrão de qualidade no que se refere a germinação, pureza e presença de sementes de outras espécies. Embora não seja a prática mais indicada, é possível utilizar sementes próprias (cultivares de polinização aberta) ou semente salva; neste caso alguns cuidados devem ser tomados no armazenamento na propriedade, pois pode haver redução na qualidade das sementes e prejuízos posteriores. Armazenar as sementes em ambiente seco, limpas, livre de pragas, da umidade e do excesso de calor são as medidas básicas mais importantes nesse sentido.

A porcentagem de germinação é descrita na embalagem das sementes certificadas, S1 e S2, mas é desconhecida em sementes que não passam pelo processo de produção supervisionado. Ao utilizar sementes salvas, é importante que o agricultor realize, antes da semeadura, um teste com uma pequena amostra das sementes para avaliar a germinação e o vigor.

Além das perdas ocasionadas pelo uso de sementes com baixa germinação, há outras perdas que ocorrem até que as plantas estejam bem estabelecidas. Estas perdas são de natureza variável e, de maneira geral, são estimadas em até 15%, ocorrendo principalmente em lavouras de baixa tecnologia. Este valor deve ser levado em conta ao se calcular a quantidade de sementes a utilizar por unidade de área. As causas das perdas podem ser relacionadas ao ataque de insetos praga e/ou doenças nas sementes ou nas plântulas, à semeadura muito profunda, dentre outras causas.

Para prevenir o ataque das lagartas elasma (*Elasmo palpuslignosellus*) e rosca (*Agrotis ypsilon*), que cortam plantas, uma das práticas indicadas é o tratamento de sementes com inseticida (Capítulo 9). Isto é especialmente válido nas semeaduras mais tardias, quando a incidência destas pragas geralmente é maior. O prejuízo ocasionado pelo ataque desses insetos advém da redução da população de plantas, que é um dos principais fatores de definição do rendimento de grãos em milho, já que há baixa compensação das perdas pelas plantas remanescentes, diferentemente de outras espécies de gramíneas, que têm maior capacidade de perfilhamento.

As sementes de milho são classificadas por peneiras quanto à sua largura, espessura e comprimento, para facilitar e uniformizar a semeadura. Além de interferir no ajuste das semeadoras, a forma e o tamanho das sementes pode afetar a velocidade e a porcentagem de germinação e a uniformidade da densidade de plantas na lavoura. Sementes oriundas do ápice da espiga possuem menor quantidade de reservas, o que pode ocasionar desuniformidade na lavoura em condições de estresse. Este comportamento pode ser acentuado com o aumento da profundidade de semeadura e redução da temperatura do solo, características que retardam a emergência das plântulas e aumentam a vulnerabilidade da

planta no subperíodo semeadura-emergência. Os efeitos podem ser observados pelo menor desenvolvimento inicial das plantas, não havendo mais diferenças após esse período.

Como o milho tolera uma profundidade de semeadura maior em relação aos outros cereais, raramente o tamanho das sementes é fator relevante em sementes de alta qualidade e vigor. No entanto, quando as sementes não são utilizadas no mesmo ano e são armazenadas em condições inadequadas, poderá haver baixo índice de germinação e também demora na emergência de plântulas, devido ao esgotamento das reservas no armazenamento, e afetar o rendimento de grãos devido à baixa densidade de plantas.

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

5.2.2 Arranjo de plantas

A expressão do potencial produtivo de milho depende da duração do período de interceptação da radiação solar incidente, da eficiência de uso da radiação interceptada na fotossíntese e da distribuição adequada dos fotoassimilados à região de maior demanda (espigas). O arranjo de plantas tem grande importância na interceptação e na eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pelo dossel para se obter altos rendimentos de grãos. O arranjo influencia na velocidade de 'fechamento' da cultura, no índice de área foliar, no ângulo foliar, na interceptação de luz por outras partes da planta, na disposição de folhas e distribuição das plantas na área, bem como nas características de absorção de luz pelas folhas na comunidade. Este efeito é mais significativo em milho do que em outras gramíneas, por razões de natureza morfo-fisiológica e anatômica da planta.

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

5.2.2.1 Densidade de plantas

A densidade de plantas é uma variável crucial na maximização da interceptação da radiação solar, dentro de limites específicos. No entanto, é importante notar que um aumento excessivo na densidade pode prejudicar a atividade fotossintética da cultura e a eficiência na conversão de fotoassimilados em grãos. Além disso, altas densidades podem favorecer a esterilidade feminina, devido ao prolongamento do intervalo entre os florescimentos masculino e feminino, resultando na redução do número de grãos por espiga. A escolha adequada da densidade de plantas deve levar em consideração as características da cultivar, as condições ambientais, especialmente a disponibilidade de água e a fertilidade do solo.

No contexto do milho, a densidade de plantas é o principal fator que influencia o rendimento de grãos. Pequenas variações na densidade podem acarretar em mudanças significativas na produção. Isso ocorre porque, ao contrário de outras espécies, o milho tem uma capacidade limitada de compensar espaços vazios entre as plantas, já que raramente produz afillhos efetivos e possui uma expansão foliar e prolificidade limitadas. Assim, embora o rendimento de grãos aumente com o aumento da densidade de plantas, há um ponto ótimo que é determinado pela interação entre cultivar, ambiente e manejo da cultura.

É crucial considerar que a determinação da densidade ótima de plantas depende de múltiplos fatores. A escolha deve ser feita levando em conta não apenas as características da cultivar e as condições ambientais, mas também a tecnologia e o manejo da cultura. A densidade de plantas ideal é aquela que equilibra a maximização da interceptação da radiação solar com a otimização da atividade fotossintética e da produção de grãos, levando em consideração as limitações e as potencialidades da cultura do milho.

a) Cultivar

Houve avanços significativos na tolerância de híbridos modernos de milho ao adensamento, em comparação com genótipos anteriores, relatados em várias regiões de produção de milho. Esses avanços foram alcançados através da seleção de híbridos com maior rendimento de grãos sob densidades mais altas do que as normalmente recomendadas. No entanto, ainda há uma lacuna no conhecimento sobre como características morfo-fisiológicas, fenológicas e alométricas contribuem para essa maior tolerância dos genótipos modernos à alta densidade de plantas. É essencial compreender essas bases morfo-fisiológicas para continuar aprimorando a conversão de energia solar em produção de grãos por área, por meio do aumento da densidade de plantas.

De modo geral, híbridos mais precoces, de menor estatura e com menor exigência em soma térmica para florescer, requerem maior densidade de plantas em relação aos de ciclo normal, para atingir seu potencial de rendimento. Isso se deve ao fato de que geralmente estes materiais apresentam menor área foliar por planta e menor sombreamento do dossel da cultura.

A arquitetura das plantas de milho também influencia a resposta à densidade de plantas, afetando a qualidade da luz que penetra no dossel. Híbridos com menor número de folhas, folhas mais eretas e menor área foliar competem menos entre si, o que reduz a quantidade de luz vermelha refletida pela comunidade. Isso pode resultar em uma relação de luz V_e/V (vermelho extremo/vermelho) mais baixa sob altas densidades, comparada com híbridos que possuem folhas mais numerosas e maiores. Uma melhoria no aproveitamento da luz com um ideótipo compacto pode levar a um desenvolvimento mais equilibrado das inflorescências da planta e reduzir a esterilidade feminina, favorecendo um maior número de espiguetas funcionais.

Uma limitação importante ao uso de densidades mais altas é o aumento da susceptibilidade à quebra e ao acamamento das plantas. Isso ocorre porque o aumento da densidade reduz a disponibilidade de fotoassimilados para o enchimento dos grãos e a manutenção das estruturas da planta. Após a floração, os fotoassimilados são direcionados principalmente para os grãos. Quando a produção de fotoassimilados não atende às demandas, os tecidos da raiz e da base do colmo começam a senescer precocemente, enfraquecendo a planta. A altura da planta também afeta a susceptibilidade ao acamamento, sendo que plantas mais baixas tendem a ser mais resistentes à quebra de colmos até a colheita.

b) Ambiente

b.1) Disponibilidade hídrica

A disponibilidade de água é o principal fator que influencia a escolha da densidade ideal de plantas. O período mais sensível do milho à deficiência hídrica ocorre aproximadamente duas a três semanas em torno do espigamento. Em situações em que há previsão de escassez de água durante esse período crítico (ex.: nos anos com La Niña), é recomendável reduzir a densidade de plantio para permitir que o solo atenda às necessidades hídricas das plantas. Estudos indicam que densidades mais altas são aconselhadas apenas em condições de alta precipitação pluvial ou quando há irrigação suplementar e manejo intensivo, uma vez que o aumento do índice de área foliar associado à alta densidade amplia o consumo de água.

Nua condição de estiagem, índices elevados de área foliar intensificam o estresse na planta devido ao aumento da transpiração em decorrência da maior área foliar, resultando em uma demanda hídrica mais elevada. Nessas condições, a natureza protândrica do milho se evidencia, com a planta retardando o crescimento das gemas laterais (espigas), ocasionando um descompasso entre o desenvolvimento do pendão e da espiga superior, o que resulta em uma assincronia na floração dessas duas estruturas. Como o período de viabilidade e a longevidade dos grãos de pólen são limitados, a discrepância entre o pendão

e a espiga compromete a fertilização, reduzindo tanto o número de grãos por espiga quanto o rendimento total de grãos.

b.2) Fertilidade do solo

A necessidade nutricional das plantas é outro aspecto a ser considerado na escolha da densidade de plantas, pois a cultura do milho é altamente exigente em fertilidade do solo. O milho responde de forma progressiva a níveis crescentes de adubação, desde que os demais fatores estejam em níveis ótimos, sendo o nitrogênio o nutriente que apresenta maior resposta no aumento do rendimento de grãos. Estudos envolvendo genótipos, densidades de plantas e níveis de fertilidade do solo evidenciam que, à medida que a densidade de plantas aumenta, são necessários níveis mais altos de nutrientes. Por outro lado, em situações de baixa disponibilidade de nutrientes, nas quais se espera um menor rendimento de grãos, a densidade indicada deve ser reduzida.

c) Manejo da cultura

c.1) Época de semeadura e latitude

A época de semeadura e a latitude do local são fatores também relevantes a ser considerados na escolha da densidade de plantas para o cultivo de milho. Em regiões temperadas, onde a estação de crescimento encurta rapidamente a partir do solstício de verão, é necessário optar por cultivares com menor exigência em soma térmica para completar o ciclo. Essas cultivares, por sua vez, requerem uma densidade de plantas maior para maximizar o rendimento de grãos, devido ao seu menor número de folhas, área foliar reduzida e menor estatura. No caso de semeaduras realizadas até o final do inverno, especialmente em certas regiões temperadas e subtropicais do estado do Rio Grande do Sul, geralmente são necessárias densidades de plantas mais elevadas. Nestas condições, as temperaturas mais baixas e a menor disponibilidade de radiação solar limitam o crescimento vegetativo da cultura, tornando recomendável aumentar a densidade de plantas para otimizar a eficiência no uso da radiação solar. Portanto, na semeadura até o final do inverno, nas regiões mais quentes do estado do Rio Grande do Sul, é possível aumentar a densidade de plantas em até 20% em comparação com as semeaduras realizadas em outubro.

c.2) Incidência de doenças

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

Compatibilizar características morfo-fisiológicas positivas para altas densidades com sanidade de plantas é, atualmente, um dos maiores desafios aos programas de melhoramento. A maioria dos atributos que aumentam a tolerância ao adensamento, tais como redução no número de folhas, na área foliar, na estatura de planta e na altura de inserção de espiga, apresenta alta correlação com a duração do subperíodo emergência-

pendoamento. Quanto mais precoce for a cultivar, normalmente mais compacto é o ideotipo de planta decorrente e maiores são as possibilidades de se obter maiores rendimentos com o adensamento de plantas. Neste sentido, os programas de melhoramento atuaram de forma marcante no Sul do Brasil, introduzindo genes de materiais de clima temperado e reduzindo a duração do período vegetativo. O número de híbridos superprecoces e precoces disponíveis hoje é muito maior do que há alguns anos atrás. Contudo, estas cultivares são também mais suscetíveis a doenças e estresses ambientais. A utilização de práticas de manejo que previnam a incidência de doenças, tais como rotação de culturas, adequação do genótipo à região de cultivo e tratamento de sementes, é fundamental para que se possa utilizar altas densidades como estratégia de manejo do arranjo de plantas para se obter maior rendimento de grãos de milho.

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

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

Faixa de densidade (pl m ⁻²)	Condições para utilização
4 a 5	Expectativa de rendimento de grãos de 6 t ha ⁻¹ . Variedades de polinização aberta melhoradas e híbridos duplos; regiões com precipitação pluvial média; adubação na semeadura e nitrogenada de cobertura para atingir esse teto de rendimento; controle adequado de plantas daninhas e pragas.
6 a 7	Expectativa de rendimento de grãos em torno de 9 t ha ⁻¹ . Híbridos simples, triplos ou duplos; época de semeadura de até o final de inverno (agosto a meados de setembro) em regiões mais quentes e com precipitação pluvial média; adubação na semeadura e nitrogenada de cobertura para atingir esse teto de rendimento; controle adequado de plantas daninhas e pragas. Precisão na época de aplicação das práticas de manejo.
8 a 9	Expectativa de rendimento de grãos de 12,0 t ha ⁻¹ ou mais. Híbridos simples ou triplos; regiões com precipitação pluvial em volume adequado e bem distribuído ou em outras regiões com precipitação pluvial média ou baixa com disponibilidade de irrigação complementar; adubação na semeadura e nitrogenada de cobertura para atingir esse teto de rendimento; controle adequado de plantas daninhas, doenças e pragas; alta precisão na aplicação das práticas de manejo.

A cultura do sorgo apresenta resposta mais elástica à variação na densidade de plantas, devido ao afilhamento. A densidade de plantas indicada para a cultura do sorgo é bem maior que a de milho e depende do objetivo da produção. Assim, para o sorgo granífero, a densidade de plantas indicada é de 20 pl m⁻², enquanto para o sorgo silagem é de 15 pl m⁻².

5.2.2.2 Necessidade de ressemeadura

Por diversas razões, uma lavoura de milho pode apresentar uma população de plantas abaixo do esperado. Entre essas razões, destacam-se a baixa umidade do solo, a compactação excessiva ou a salinidade do solo, geadas, ataques de pragas ou doenças, e problemas na regulagem ou na utilização de semeadoras com velocidade acima da recomendada (5 km/h). Diante desses cenários, o agricultor enfrenta o dilema de decidir se deve realizar uma nova semeadura. Embora a planta de milho possua uma capacidade limitada de compensação por falhas na densidade de plantas, as plantas adjacentes às

falhas podem compensar parcialmente, dentro de certos limites. Essa compensação depende de diversos fatores.

Pesquisas indicam que em situações com uma densidade entre 30 e 70 mil plantas por hectare e uma diminuição aleatória entre 10 e 40% na quantidade de plantas, ocorrendo em duas épocas de semeadura, as perdas médias de rendimento foram de aproximadamente 50% em relação ao planejado inicialmente. Portanto, ao decidir pela ressemeadura, é necessário considerar a perda teórica esperada no rendimento de grãos, os custos financeiros envolvidos na nova operação e, muito importante, os potenciais efeitos negativos de uma semeadura mais tardia no rendimento de grãos

5.2.2.3 Espaçamento entrelinhas

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

Uma forma importante de modificar o arranjo de plantas e interferir na eficiência de utilização dos recursos do ambiente é reduzir a distância entre as linhas de semeadura. O interesse em cultivar milho utilizando espaçamentos entrelinhas reduzidos, como de 45 a 60 cm, têm crescido nos últimos anos em diferentes regiões produtoras, principalmente entre os produtores que trabalham com densidades de semeadura maiores que 50.000 plantas por hectare e alcançam rendimentos de grãos superiores a $6,0 \text{ t ha}^{-1}$. O desenvolvimento de híbridos mais tolerantes a altas densidades de plantas, o maior número de herbicidas disponíveis para controle seletivo de plantas daninhas e a maior agilidade da indústria de máquinas agrícolas no desenvolvimento de equipamentos adaptados ao cultivo de milho com linhas mais próximas têm estimulado a adoção desta prática cultural.

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

a) Redução do espaçamento entrelinhas

A redução do espaçamento entrelinhas na lavoura de milho, por exemplo, dos tradicionais 80 a 100 cm para valores em torno de 45 a 60 cm, traz algumas vantagens. Uma delas é a promoção de um arranjo mais equidistante entre as plantas, reduzindo a competição por recursos entre as plantas na linha, otimizando o uso dos recursos. Esse arranjo favorece o crescimento inicial da cultura, aumentando a interceptação da luz solar e a eficiência de uso da radiação, o que pode resultar em maior rendimento de grãos. Além disso, ao reduzir o espaçamento entre as plantas, o fechamento mais rápido dos espaços disponíveis limita a transmissão da radiação pelo dossel, inibindo o desenvolvimento de plantas daninhas, especialmente as intolerantes ao sombreamento.

Outra aspecto positivo da diminuição do espaçamento entrelinhas é a redução da evaporação de água no início do ciclo do milho, devido ao sombreamento precoce do solo. Isso, associado à melhor exploração do solo pelo sistema radicular, aumenta a eficiência de absorção e uso da água. Além disso, a cobertura antecipada do solo pode atenuar a erosão causada por chuvas intensas nas primeiras fases do desenvolvimento da lavoura.

Em termos de mecanização agrícola, a redução do espaçamento entrelinhas também traz vantagens. Espaçamentos menores, entre 45 e 50 cm, facilitam a operacionalidade das semeadoras, que não precisam de grandes alterações ao mudar do cultivo de soja para milho. Além disso, a distribuição mais uniforme das plântulas no sulco de semeadura é alcançada com espaçamentos reduzidos, devido à menor velocidade de trabalho dos sistemas distribuidores de sementes. Finalmente, a distribuição dos fertilizantes em uma maior quantidade de linhas por hectare melhora a eficiência no uso de nutrientes, uniformiza

a distribuição dos nutrientes no solo, e reduz o risco de efeitos fitotóxicos devido ao excesso de sais, especialmente em formulações com alto teor de potássio.

b) Limitações à redução do espaçamento entre linhas

Apesar de algumas vantagens, os efeitos da redução do espaçamento entrelinhas sobre o rendimento de grãos de milho são variáveis. No Sul do Brasil, os ganhos obtidos com a redução do espaçamento são, em média, de pequena magnitude, oscilando entre zero e 10%, dependendo da cultivar e do ambiente. A resposta da cultura de milho à redução do espaçamento entrelinhas em regiões subtropicais é influenciada pela época de semeadura, a cultivar e a densidade de plantas, sendo mais benéfica quando o milho é semeado no final do inverno, em regiões mais quentes. O benefício da redução do espaçamento entrelinhas é mais evidente quando se utilizam densidades de plantas superiores a 5,0 pl m⁻², evitando a competição excessiva por recursos e a limitação na disponibilidade de fotoassimilados para a produção de grãos. É importante ressaltar que a simples redução do espaçamento entrelinhas não garante o aumento no rendimento de grãos, uma vez que diversos fatores interagem nessa relação como o tipo de híbrido, densidade de plantas, condições climáticas, fertilidade do solo e a irrigação. Além destes aspectos agrônômicos, a recomendação de redução no espaçamento entrelinhas deve considerar também os aspectos econômicos e operacionais, como, por exemplo, a adequação de semeadoras e colhedoras.

5.2.2.3 Cultivo manual: distribuição de plantas e variabilidade

Na semeadura manual de milho em pequenas áreas, onde não há uma distribuição uniforme das sementes ao longo das linhas, é prática comum o estabelecimento de duas a três plantas por cova. A vantagem da utilização deste sistema é a facilidade de controle manual e/ou mecanizado de plantas daninhas, além do baixo custo e baixa exigência tecnológica para a implantação da cultura. Trabalhos de pesquisa desenvolvidos nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina indicam não haver redução no rendimento de grãos de milho com a utilização de duas a três plantas por cova em relação à distribuição uniforme de sementes em linha, desde que seja mantida a mesma densidade de plantas. Nestes trabalhos entretanto, os tetos de produtividade de grãos foram limitados, variando entre 6 a 9 t ha⁻¹.

A diferença no desenvolvimento entre as plantas (ou seja, a variabilidade entre plantas) é influenciada pela época de semeadura, mas sobretudo pelo vigor de semente e pela qualidade da semeadura. Nas semeaduras precoces, usar sementes de baixo vigor e ter uma alta variação na profundidade de semeadura aumentam a variabilidade entre plantas, por influenciarem a velocidade de emergência das plântulas. A variabilidade temporal no desenvolvimento das plantas na linha é uma característica desfavorável à obtenção de elevado rendimento de grãos, pois as plantas que emergem tardiamente são dominadas pelas maiores, e menos eficientes no aproveitamento dos recursos do ambiente, o que limita a performance agrônômica do dossel.

5.2.3 Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura afeta a velocidade de emergência e pode interferir na quantidade de plântulas emergidas. Embora a semente de milho seja de tamanho grande em relação a outros cereais e consiga emergir a uma profundidade relativamente maior, ainda assim este pode ser um problema em solos mal preparados, no uso de sementes de baixo vigor ou com semeadoras mal reguladas.

A profundidade de semeadura pode variar de 3 a 8 cm, dependendo da época de semeadura e da região de cultivo. Nas semeaduras precoces, em que a temperatura do solo é mais baixa e normalmente não há deficiência hídrica durante o subperíodo semeadura-emergência, deve-se utilizar menores profundidades de semeadura (ao redor de 3 a 4 cm). Pelas mesmas razões, a profundidade de semeadura deve ser menor em regiões mais frias.

Por outro lado, nas sementeiras em épocas intermediária e tardia, pode-se empregar uma maior profundidade de sementeira, devido à maior temperatura do solo e para possibilitar que a umidade ao redor da semente seja adequada para uma germinação e emergência uniformes. Deve-se salientar que sementeiras profundas geralmente implicam em maior duração do subperíodo sementeira-emergência, o que pode diminuir a densidade de plantas, favorecer o ataque de algumas pragas e causar a desuniformidade na emergência.

5.2.4 Sementeira na pequena propriedade: orientações básicas

A sementeira pode ser realizada manualmente ou com sementeira mecanizada. O emprego da sementeira manual é uma prática ainda comum em pequenas propriedades e na produção de subsistência. Após marcadas as linhas (espaçadas em cerca de um metro), as sementes são depositadas com auxílio de uma sementeira manual (tipo saraquá), com enxada ou outra ferramenta, em distâncias previamente estabelecidas. A utilização de sementeiras tratorizadas ou à tração animal traz a vantagem de distribuir as sementes a distâncias e profundidades mais uniformes. Ambos os métodos podem entregar resultados adequados e o aspecto mais importante nesse sentido é que a distribuição de sementes seja o mais uniforme possível. O objetivo maior é não se afastar do número de sementes pré-estabelecido para serem distribuídas por metro linear, para manter a densidade de plantas desejada.

Na regulação das sementeiras tracionadas por trator ou animais, alguns aspectos principais são: manter uma velocidade adequada para a operação da sementeira, que deve ser ao redor de 5 km/h para que não haja grande variação na distribuição espacial das sementes; usar discos adaptados ao tamanho das sementes, determinado pela peneira de classificação; distribuir o adubo ao lado e abaixo das sementes, para evitar que o efeito salino do fertilizante inviabilize a emergência de algumas plântulas ou mate plantas já emergidas, refletindo-se em redução da densidade de plantas e, por conseguinte, no rendimento de grãos. A regulação deve ser feita previamente sobre uma área de gramado, estrada ou lona, com a sementeira levantada para que na velocidade estabelecida as sementes caiam e possam ser contadas, bem como o fertilizante possa ser coletado e pesado.