



Milheto

Cultivo do Milheto

Sumário

Apresentação

Ecofisiologia

Zoneamento Agroclimático

Fertilidade de solos

Importância econômica

Cultivares

Plantio

Plantas daninhas

Doenças

Pragas

Colheita e pós-colheita

Referências

Glossário

Dados Sistema de Produção

Embrapa Milho e Sorgo

Sistema de Produção, 3

ISSN 1679-012X 3

Versão Eletrônica
5ª edição | Apr/2016



Cultivo do Milheto

Apresentação

A planta de milheto *Pennisetum glaucum* surgiu entre 4 mil e 5 mil anos atrás ao sul do Deserto do Saara, de onde foi levada para a Índia a partir do ano 2000 a.C., tendo gerado genótipos distintos dos originais africanos. Atualmente, é uma das culturas mais cultivadas nos países da África saheliana e sudanesa.

É uma gramínea anual de verão, cespitosa, de crescimento ereto e que apresenta excelente produção de perfilhos (Figura 1) e vigorosa rebrota, após corte ou pastejo. A estatura do colmo é capaz de superar 3 m, podendo atingir 1,5 m entre 50 e 55 dias após a emergência. Apresenta folhas com lâminas paralelinérvias e inflorescência na forma de panícula longa e contraída (Figura 2). Em comparação com o milho e o sorgo, requer mais calor para germinar e se estabelece de maneira uniforme e proveitosa. As exigências térmicas e hídricas ideais para a planta de milheto são de temperaturas noturnas médias (15-28 °C) e mínimo de 30 mm de água para germinação, podendo ser, desta forma, uma boa opção como planta de cobertura de outono-inverno, embora a época recomendada para o milheto seja mesmo o verão. Com sua utilização na safrinha, por ser planta de dia curto, sofre o estímulo do fotoperíodo de outono-inverno, ou seja, do aumento das horas de escuro e via de regra floresce precocemente em torno de 50 dias. À medida que se adentra no outono, esse intervalo entre o corte e o florescimento diminui.

O milheto, nos últimos tempos, tem tido sua área plantada aumentada, sobretudo nas regiões de Cerrado, pelo enorme potencial de uso como planta de cobertura do solo oferecido para a prática do plantio direto, bem como para o uso como forrageira na pecuária de corte ou de leite. Para ambas as finalidades, há necessidade de um manejo cultural diferenciado e adequado. O plantio pode ser em linha ou a lanço, mas em ambos os casos há necessidade da definição ou do estabelecimento da época e densidade de plantio, quantidade de sementes, espaçamento, sistema de semeadura, profundidade de plantio, dentre outros fatores não menos importantes, como o manejo de plantas daninhas, de pragas e doenças, da fertilidade e o manejo de água, particularmente para a produção de sementes. Estas variáveis, quando têm interação, contribuem para o aumento da produção de fitomassa verde.

O milheto é importante cereal muito utilizado na alimentação humana na África e na Índia, sendo um dos grãos mais importantes cultivados nessas regiões do globo terrestre. A África Ocidental é responsável pelo cultivo de 50% da área mundial e pela colheita de 60% da produção mundial. Os híbridos indianos de alta produtividade – de até 2,5 t ha⁻¹ –, com altura média de 1,3 a 1,8 m, não são adaptados à colheita mecânica em virtude da sensibilidade ao acamamento. É uma cultura de baixo uso de insumos, com ampla utilização em diversos sistemas de produção. No Brasil, por enquanto, o milheto ainda não é usado para o consumo humano, embora a farinha oriunda dos grãos possa ser utilizada para o preparo de bolos, biscoito e mingaus.

Os primeiros relatos da presença da planta de milheto no Brasil vêm do Rio Grande do Sul, datados do ano de 1929. O milheto tem sido utilizado no País de diversas formas, como planta forrageira, pastoreio para o gado, especialmente na região Sul, onde foi introduzido, como produção de semente para fabricação de ração e como planta de cobertura do solo para o sistema de plantio direto. Esta última prática passou a ter destaque principalmente nos Cerrados no início da década de 90. Deste período em diante, houve um aumento da expansão da cultura em razão do avanço do plantio direto nas regiões onde a gramínea se desenvolve bem por causa das situações adversas de clima e solo. No Brasil, a produtividade de grãos do milheto varia de 500 a 1.500 kg ha⁻¹. O milheto também pode ser utilizado na implantação e na recuperação de pastagens, antecipando o início de pastejo de forrageiras braquiárias. Outra utilidade do cereal é na produção de silagem em regiões com déficit hídrico, podendo alcançar produções superiores e de melhor qualidade do que as forragens de milho e sorgo.



Figura 1. Planta de milheto.



Figura 2. Panícula de milheto.

Fotos: Israel A P Filho

O grande sucesso do milheto como planta de cobertura nos solos do Cerrado brasileiro é em razão da sua alta resistência à seca, à adaptabilidade a solos de baixo nível de fertilidade e à característica de elevada capacidade de extração de nutrientes, face ao sistema radicular profundo e por ser uma planta de boa capacidade de produção de massa verde e seca. Os nutrientes extraídos pela planta de milheto permanecem na palhada, sendo reciclados ou liberados gradativamente no solo. Como forragem, o potencial produtivo do milheto pode chegar a 60 t ha⁻¹ de massa verde e a 20 t ha⁻¹ de matéria seca, quando cultivado nos meses de setembro e outubro. Sob condição de pastejo, com animais de recria, proporciona ganhos de até 600 kg de peso vivo ao dia ou 20 arrobas por hectare em cinco meses.

Importância

A importância da cultura de milheto, gramínea milenar africana de grande adaptação ao Cerrado brasileiro, onde o nível de fertilidade é baixo e o período de estiagem é quase sempre prolongado durante o ano, vem crescendo no cenário do agronegócio nacional, principalmente como planta de cobertura de solo para validar o sistema de plantio direto, técnica que vem ampliando a área de plantio no Cerrado, bem como o crescimento da indústria de rações, além da ampliação das áreas de recuperação de pastagens degradadas, antecipando o início de pastejo. Outra utilidade desta gramínea é na produção de silagem em regiões com elevado déficit hídrico, podendo alcançar produções superiores e de melhor qualidade do que as forragens de milho e sorgo.

De modo geral, o milheto assume um papel de extrema importância no agronegócio nacional em razão da sua versatilidade, ou seja, é utilizado para vários propósitos, como produção de grãos, planta de cobertura para o plantio direto, planta forrageira, além de permitir a produção de farinhas para o consumo humano e, mais recentemente, como planta para produção de biomassa visando a geração de biocombustível através de reações enzimáticas. O milheto se mantém como um cultivo de grande importância para a estruturação e a estabilidade dos sistemas de plantio nas regiões tropicais brasileiras, principalmente por sua boa formação de palhada.

A tendência da cultura é crescer cada vez mais para a região dos Cerrados por causa do desenvolvimento da atividade pecuária tanto de corte como de leite e principalmente em função da expansão do sistema de plantio direto, que utiliza a gramínea para a cobertura do solo. Recentemente, o cultivo do milheto tem ganhado mais espaço nas fazendas do sudoeste do Brasil. O Estado de Goiás é o que mais tem avançado em extensão de área plantada, sendo que no município de Rio Verde a expansão de área foi de oito mil hectares. O grão tem custo de produção menor, bom preço e venda garantida com procura maior do que a oferta. A venda do grão ocorre tanto para produtor quanto para empresas que visam produção de ração. É uma planta rústica, com baixa necessidade de água, adaptável a todos os tipos de solo, excelente opção para formação de palhada, além de ser uma ferramenta para descompactação e estruturação de solo. É uma cultura vantajosa, seus benefícios são atestados pela adoção como cobertura de solo em cerca de 4 milhões de hectares no Cerrado. Nessa região, na década de 90, havia muita dificuldade em se fazer palhada para o plantio direto e o milheto, em 30-40 dias tem a capacidade de oferecer cerca de 40 toneladas de massa. Outro motivo para a rápida adoção da cultura é o sistema radicular que pode chegar a 3 metros de profundidade, o que torna fácil a ciclagem de nutrientes para as camadas mais superficiais. Este, talvez, seja o principal motivo para a ampla adoção do milheto no Cerrado. Hoje, está sendo estudado seu uso no controle de nematoides, um grande problema para os agricultores, especialmente de soja, milho e algodão.

Novos mercados acenam favoravelmente para a cultura em forma de grão, como no caso do setor de rações para aves e suínos, que se mostra interessado em ampliar as fontes de matéria-prima para atender a crescente demanda, como já acontece em Goiás e em Santa Catarina. Além do baixo custo de produção, a qualidade nutricional desta forrageira é um dos fatores predominantes para que o produtor faça sua opção. É comparável ao milho e superior ao sorgo, além de não apresentar taninos, que têm efeitos antinutricionais. O milheto possui teor e qualidade da proteína bruta semelhantes aos do sorgo e superiores aos do milho e seu teor de energia metabolizável é similar ao dos demais grãos energéticos utilizados na alimentação animal.

Além de ser pouco exigente quanto à fertilidade, o milheto possui uma característica que o coloca em vantagem econômica em relação ao milho e ao sorgo, que é a baixa exigência hídrica. Enquanto o milho e o sorgo necessitam, respectivamente, de 370 e 321 g de água para cada grama de matéria seca, o milheto precisa, dependendo das circunstâncias climáticas, de menos de 300 g. Daí o milheto se tornar uma planta de importância, não só pelas características benéficas que proporciona ao solo, mas também no fator econômico de instalação e condução da lavoura.

Autores deste tópico:Israel Alexandre Pereira Filho

Ecofisiologia

1 . Introdução

O milheto, *Pennisetum glaucum* ssp. *glaucum* (L.) R. Br., é uma gramínea C4 originária de regiões semidesérticas da África e da Índia, caracterizadas por baixa disponibilidade hídrica, elevadas temperaturas e baixa fertilidade do solo. Visando primariamente a sua sobrevivência e perpetuação nessas condições, o milheto balanceou a granação da panícula, a manutenção e o crescimento da planta em um curto ciclo fenológico.

Em primeira instância, poderia-se pensar que esse mecanismo adaptativo de escape à seca herdado de seus progenitores selvagens resultaria em um cereal com rendimento em grãos inferior ao de outros que tenham ciclo fenológico mais longo, especialmente em condições ótimas de cultivo. No entanto, o escape à seca foi obtido a expensas de uma antecipação do florescimento e encurtamento do período de enchimento de grãos, o que permitiu aumentar o tempo para granação da panícula. Em adição, o milheto possui traços estruturais e morfofisiológicos evolutivos de plantas C4 que permitem não apenas acelerar o crescimento, como também maximizar o acesso à água e nutrientes no solo e minimizar a perda destes para a atmosfera, além de um porte ereto que permite aumentar a eficiência de uso da luz (Vadez et al., 2012).

Com a domesticação da espécie visando uso dos grãos do milheto na alimentação humana, ao longo de milhares de anos de seleção genética, alguns traços de seus progenitores selvagens também foram modificados. Dentre esses, a remoção de taninos e do envoltório das sementes, bem como diminuição no número de perfilhos basais (Poncet et al., 2000; 2002). Indiretamente, tais modificações favoreceram a granação da panícula, uma vez a energia que seria gasta na formação dessas estruturas foi desviada para a semente, aumentando, assim, o seu número e/ou tamanho. Ressalta-se, entretanto, que o milheto é considerado um cereal de duplo propósito, sendo os grãos utilizados na alimentação humana, e a planta inteira como forragem para pastejo, silagem ou palhada no sistema de plantio direto.

Devido à natureza sedentária das plantas, muitos dos seus aspectos ecofisiológicos são fortemente influenciados pela variação espacial e/ou temporal na disponibilidade de recursos acima (luz, temperatura e CO₂) e abaixo (água e nutrientes) do solo. Aqui, serão abordados o ciclo fenológico, os efeitos de fatores climáticos na cultura do milho e parâmetros agrônômicos associados com o rendimento. Tais informações são de grande valia à medida que auxiliam na elaboração de estratégias de manejo da cultura nos diferentes sistemas de produção.

2 . Fenologia do milho

Basicamente, o ciclo fenológico do milho pode ser dividido em três fases de crescimento (FC): vegetativo (FC 1), de formação da panícula (FC 2), e de enchimento de grãos (FC 3). A Figura 1 mostra esquema para acompanhamento do ciclo fenológico do milho com base nos estádios de desenvolvimento (ED) característicos de cada FC. Como o aparecimento de cada estágio de desenvolvimento (ED) pode ser antecipado ou atrasado a depender da região, do genótipo, da data de semeadura, e das condições ambientais do ano agrícola, o correto é planejar qualquer medida de manejo pela identificação do ED, e não apenas pelo número de dias após a emergência (DAE).

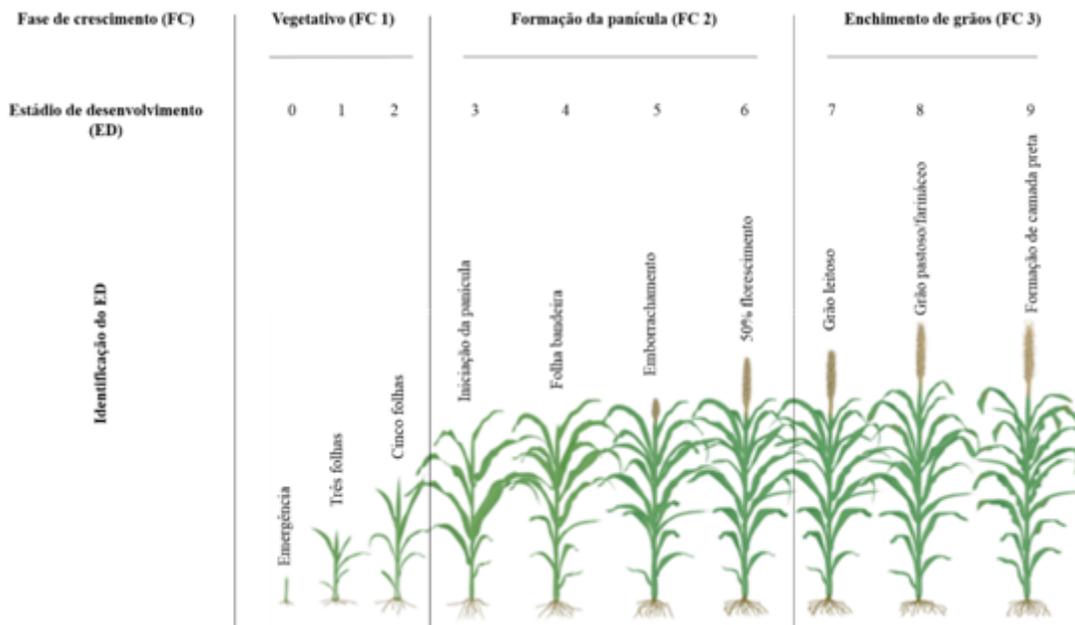


Figura 1. Esquema para acompanhamento do ciclo fenológico do milho. Barras verticais delimitam as três fases de crescimento da cultura (FC 1 – vegetativo; FC 2 – formação da panícula; e FC 3 – enchimento de grãos). Barras horizontais delimitam os estádios de desenvolvimento morfológicamente distintos dentro de cada FC (FC 1: ED 0 - emergência, ED 1 – três folhas, ED 2 – cinco folhas; FC 2: ED 3 – iniciação da panícula, ED 4 – folha bandeira, ED 5 – emborrachamento, e ED 6 – 50% florescimento; FC 3: ED 7 – grão leitoso, ED 8 – grão pastoso/farináceo e ED 9 – formação de camada preta).

A primeira fase de crescimento (FC 1) é o vegetativo, e engloba os estádios de desenvolvimento 0, 1 e 2 (ED 0, ED 1 e ED 2). De acordo com Geraldo et al. (2002), a duração do FC 1 na variedade produtora de biomassa verde BRS 1501 gira em torno de 36 dias, enquanto em genótipos africanos selecionados para produção de grãos (HKP, Guerguera e Souna III), a duração da FC 1 varia entre 40 e 51 dias. Ao que tudo indica, a duração da FC 1 é

menor em genótipos de milheto produtores de biomassa verde do que em produtores de grãos. A duração da FC 1 em outros genótipos de milheto produtores de biomassa verde (Comum e IPA-BULK 1), por exemplo, gira em torno de 31 dias (Costa e Priesnitz, 2014).

Na FC 1, também é iniciado o perfilhamento. Basicamente, existem dois tipos de perfilhos: basais e secundários. Genótipos selecionados para produção de biomassa vegetativa iniciam o perfilhamento basal aos 21 DAE, dois dias antes quando comparados aos genótipos selecionados para produzir mais grãos (Geraldo et al., 2000). Assim temos:

ED 0 é caracterizado pela emergência do coleóptilo na superfície do solo, que em condições favoráveis, ocorre entre 2 a 3 DAE. Fisiologicamente, entretanto, uma série de eventos ocorre na semente antes da emergência do coleóptilo: primeiramente, a semente precisará absorver água para iniciar a protusão da radícula. Peske e Novembre (2010) verificaram que a protusão da radícula é iniciada quando a semente atinge um teor de água superior a 33%; para tanto, um mínimo de dez horas de hidratação é requerido para completa protusão da radícula. Maciel e Tabosa (1982) verificaram que, nas condições do Agreste Pernambucano, é necessária uma chuva de, no mínimo, 75 mm para germinação do milheto. Nas duas horas que seguem a protusão da radícula, inicia-se o desenvolvimento da plúmula e da bainha do coleóptilo; enquanto a radícula produz finas raízes capilares rapidamente, o coleóptilo cresce vagarosamente até emergir na superfície do solo. A profundidade de plantio e as características físicas do solo podem afetar o tempo para ocorrência desse ED.

O **ED 1** é caracterizado pela visualização da terceira folha. Costa e Priesnitz (2014) verificaram que o ED 1 ocorre, aproximadamente, 6,31 DAE nas cultivares Comum e IPA-BULK 1. Por sua vez, Geraldo et al. (2002) verificaram ED 1 ocorre aos 7 DAE em BRS 1501, HPK e Souna III, e aos 8 DAE em Guerguera. Segundo Maiti e Bidinger (1981), o ED 1 ocorre entre 3 e 7 DAE.

O **ED 2** é caracterizado pela visualização da quinta folha, e ocorre aproximadamente entre 13 e 15 DAE (Maiti e Bidinger, 1981). Nas variedades Comum e IPA-BULK 1 ocorre aos 17,75 DAE. Em BRS 1055 e HPK gira em torno de 14 DAE, Souna III aos 15 DAE, e em Guerguera aos 18 DAE (Geraldo et al., 2002).

A segunda fase de crescimento (FC 2) é a de formação da panícula. Compreende os estádios de desenvolvimento 3, 4, 5 e 6 (ED 3, ED 4, ED 5 e ED 6). Geraldo et al., (2002) verificaram a duração do FC 1 em BRS 1501 é de 26 dias; em Comum e IPA-BULK 1 é de 35 dias (Costa e Priesnitz, 2014). Por sua vez, em genótipos africanos selecionados para produção de grãos HKP, Guerguera e Souna III, a duração da FC 2 varia entre 28 e 31 dias.

Na **FC 2** o perfilhamento iniciado na **FC 1** persiste independentemente do genótipo, até aos 45 DAE (Geraldo et al., 2000). Na ocorrência de falhas na granação no colmo principal e dos perfilhos basais por fatores diversos (quebra do colmo, estresses), o milheto investe na formação de perfilhos secundários; esses têm um ciclo de desenvolvimento mais curto em relação aos basais, produzindo apenas poucas folhas e panícula de tamanho reduzido, servindo assim como fonte de carboidratos para enchimento de grão em FC 3.

No **ED 3**, o meristema apical do colmo é consumido para formação da panícula. Nas variedades Comum e IPA-BULK 1, o ED 3 ocorre aproximadamente 31 DAE (Costa e Priesnit, 2014), em BRS 1501 aos 36 DAE, ocorrendo mais tardiamente em materiais africanos selecionados para produção de grãos, com valores variando entre 40 e 51 DAE (Geraldo et al., 2000). Nessa ED a panícula cresce e se desenvolve dentro do colmo, que tem seus internódios alongados paulatinamente - primeiro com curtos internódios basais, seguidos pelos mais longos internódios superiores e finalmente o pedúnculo; também ocorre a determinação do número de espiguetas.

O **ED 4** é caracterizado pela visibilidade da folha-bandeira, em média, 12 dias após o ED 3 nas variedades Comum e IPA-BULK 1 (Costa e Priesnit, 2014). Nesse ED, verifica-se o máximo de expansão do colmo, em função do crescimento da panícula em seu interior. De acordo com Geraldo et al. (2002),

ocorre em BRS 1501 aos 48 DAE, ocorrendo mais tardiamente em materiais africanos selecionados para produção de grãos, com valores variando entre 54 e 62 DAE.

O **ED 5** é caracterizado pela visualização da panícula, que ocorre, aproximadamente, aos 53,5 DAE nas cultivares de milheto voltadas para produção de biomassa vegetativa (Geraldo et al., 2002; Costa e Priesnit, 2014), ocorrendo mais tardiamente em genótipos de milheto selecionados para produzir mais grãos, com valores chegando a 74 DAE (Geraldo et al., 2002). Na maioria das variedades, há dois floretes por espiguetas – uma perfeita (contendo anteras e estigmas) e um masculino (contendo apenas anteras).

O **ED 6** é caracterizado pela emergência de 50% dos estigmas na panícula do colmo e/ou perfilhos basais (Figura 2). Ocorre antes de 67 DAE em materiais selecionados para produção de biomassa vegetativa, chegando a 82 DAE em genótipos voltados para produção de grãos (Geraldo et al., 2002; Costa e Priesnit, 2014). Em milheto, a maturação dos estigmas ocorre entre dois e três dias antes da liberação do pólen (protoginia). Os estigmas de flores dos perfilhos secundários (se houverem) emergem simultaneamente ou depois aos dos perfilhos basais.

Foto: Frederico Durães.



Figura 2. Panícula com estigmas emergidos.

A terceira fase de crescimento (FC3) é a de enchimento de grãos, e a sua duração gira em torno de 22 e 33 dias em genótipos voltados para produção de grãos e de biomassa vegetativa, respectivamente. Compreende os estádios de desenvolvimento 7, 8 e 9 (ED 7, ED 8, e ED 9). ED 7 é caracterizado pelo início do enchimento de grãos, e ocorre, aproximadamente, entre 6 e 7 dias após a fertilização. O grão inicialmente é preenchido por um fluido aquoso, e posteriormente, por um fluido leitoso.

A ED 7 ocorre aos 71 e 91 DAE, respectivamente, em BRS 1501 e Souna III (Geraldo et al., 2002). Nesse ED, há pouco aumento no peso seco do grão.

O ED 8 ocorre quando o fluido leitoso dos grãos, gradualmente, muda da forma semissólida para a sólida. Com o enchimento de grão aproximando-se da fase final, há uma gradual mudança da consistência do grão, que passa de macio para pastoso/farináceo. Ocorre aos 77 e 99 DAE, respectivamente, em BRS 1501 e Souna III (Geraldo et al., 2002). Nessa ED, ocorre uma rápida taxa de aumento de peso seco no grão.

O ED 9 é caracterizado pela maturidade fisiológica da semente. Quando a semente atinge o máximo de biomassa, o seu hilo é oxidado formando uma camada preta. Nesse momento, a semente não precisa mais importar fotoassimilados da planta-mãe. A Figura 3 mostra uma panícula granada.

Há algumas variações no tamanho do grão e no tempo para maturidade fisiológica entre grãos em diferentes localizações na panícula. Via de regra, os grãos em um panícula seguem a seguinte ordem de tamanho: base > centro > ápice. Há também considerável variação em tamanho de grão entre as variedades: o peso de 1000 sementes em algumas variedades com grãos pequenos varia entre 3 e 4g, enquanto outras com grãos maiores chegam entre 10 e 12g. Grãos maduros variam em forma, sendo, geralmente, arredondados no ápice e estreitos na região do hilo. Carvalho et al. (2013) verificaram que a maturidade fisiológica das cultivares de milheto BRS1501 e BRS1502 ocorre aos 104 DAE, e, nesse momento, as sementes estão com 15% de umidade. Já a maturação fisiológica da cultivar BRS1503 ocorre antes, aos 97 DAE, e a semente estará com 20% de umidade. Para as variedades comum, ED9 ocorre aos 90 DAE (Costa e Priesnit, 2014). A maturidade fisiológica de sementes no genótipo Souna III ocorre aos 120 DAE (Geraldo et al., 2002).

Foto: Frederico Durães



Figura 3. Grana da panícula, em estádios finais do ciclo fenológico do milheto.

Em lavouras irrigadas, a irrigação deve ser suspensa quando a semente atinge a maturidade fisiológica. Caso ocorra chuva fora de época nesse ED, recomenda-se antecipar a colheita entre 2 e 3 dias se o produtor dispuser de condições para a secagem artificial.

3 . Fatores climáticos e seus efeitos nos aspectos ecofisiológicos do milheto

No Brasil, o milheto, considerado uma planta de dias curtos (Norman et al., 1995), tem sido plantado em duas épocas: no final do inverno/início da primavera e após a cultura de verão (safrinha) (Netto, 1998; Geraldo et al., 2002). Entretanto, deve-se ressaltar que o plantio tardio do milheto na safrinha pode ser desaconselhável, pois a produção de forragem, por exemplo, coincide no outono/inverno, épocas em que a velocidade de crescimento dos genótipos de milheto é menor devido às baixas condições de luminosidade e de temperatura (Guideli et al., 2000). Por sua vez, no verão, o principal fator limitante para o crescimento e produção do milheto é a disponibilidade de água. Dado as previsões futuras de aumento na concentração atmosférica de dióxido de carbono ($\uparrow[\text{CO}_2]$), esse fator climático também foi incluso.

Temperatura do ar e luminosidade

A cultura do milheto possui um porte ereto, o que aumenta tanto o índice de área foliar (IAF) como a eficiência no uso da irradiância (EUI) (Vadez et al., 2012). A maioria dos valores documentados para a EUI na cultura do milheto variam entre 2,0 e 2,5 g MJ⁻¹ (Vadez et al., 2012) com máximo em 4 g MJ⁻¹ (Ram et al., 1999). Limitações em EUI ocorrem nos estádios iniciais do ciclo, quando o IAF é baixo. Registra-se ainda, que o baixo IAF do milheto nos estádios iniciais do ciclo estão associados a menores unidades térmicas.

Segundo Ong & Monteith (1985), durante o rápido aumento no índice de área foliar (IAF) na FC 1, a taxa de expansão foliar em cereais aumenta linearmente com a temperatura. Esses autores avaliaram três estandes de milheto (cv. BK 560) cultivados nas temperaturas médias do ar de 31, 25 e 19 °C; para cada regime de temperatura, o IAF máximo foi obtido ao final da FC 1, quando o tempo termal, em °C dia (processo frequentemente expressado como uma "temperatura acumulada" com unidades de graus dias) foi aproximadamente de 450 °C dia, correspondendo desde a uma duração de 52 dias a 19 °C até 25 dias a 31 °C (Tabela 1). Essas copas interceptaram 70% da radiação incidente quando o IAF aproximou-se de 3 para 3,5. Redução no comprimento do ED2 a mais altas temperaturas compensam o aparente benefício do calor em encurtar o tempo para obter a máxima interceptação de luz.

Tabela 1. Duração da fase de crescimento 1 (FC 1) e a radiação interceptada acumulada em função de cinco diferentes temperaturas.

Temperatura do ar (°C)	Duração (dias)	Radiação total interceptada (MJ m ²)
31	25,1	93
28	30,5	133
25	33,1	178
22	41,4	205
19	51,6	238

Fonte: Ong & Monteith (1985).

A germinação do milheto aumenta linearmente com a temperatura, com valores ótimos entre 20 °C e 35 °C, e declina para zero entre 45 °C e 47 °C. O estresse gerado pela exposição a baixas (≤ 15 °C) ou elevadas (≥ 40 °C) temperaturas durante FC 1 e/ou FC 3 têm pouco efeito no número de panículas

produtivas tampouco no peso de sementes (Peske e Novembre, 2010). Ao contrário, em FC 2, o estresse térmico faz reduzir a fertilidade das espiguetas e o comprimento da inflorescência, e, conseqüentemente, o rendimento em grãos do colmo e/ou perfilho basal.

Concentração atmosférica de CO₂

De acordo com pesquisas recentes, a condutância estomática ao vapor de água (g_s) na cultura do milheto será diminuída sob $\uparrow[\text{CO}_2]$ (Vardham et al., 2013). No entanto, é provável que nessa espécie a taxa fotossintética (A) seja saturada em concentrações de CO₂ mais baixas, devido ao mecanismo de [CO₂] em torno da Rubisco e, portanto, o milheto não será muito beneficiado pelo aumento dos níveis de CO₂ atmosférico. Vardham et al. (2013) cultivaram durante 30 dias plantas de milheto em câmaras de topo aberto, verificando aumentos muito discretos na taxa fotossintética e biomassa total em plantas de milheto sob 700 ppm de CO₂, quando comparadas a plantas cultivadas sob 380 ppm de CO₂, em paralelo a menores taxas transpiratórias (E); com isso, a relação de eficiência de uso da água (A/E) foi aumentada. De fato, Lakshmi et al. (2014) verificaram um aumento de 21,9% em A/E em paralelo a uma diminuição de 11,9% no uso da água, dissociado de alteração na biomassa total, sugerindo que o mecanismo pelo qual a fotossíntese é estimulada sob $\uparrow[\text{CO}_2]$ em milheto poderia ocorrer através da mitigação do estresse hídrico.

Água

Aparentemente, as raízes desempenham um papel importante em genótipos milheto que diferem na presença ou ausência de tolerância à seca (Vadez et al., 2012). O crescimento do sistema radicular do milheto é intenso durante FC 1; entretanto, pouco se sabe sobre o crescimento de raízes nas fases seguintes do ciclo fenológico do milheto. Do et al. (1989) mostraram que o crescimento radicular do milheto não cessa nas fases FC 2 e FC 3, ao menos em cultivares de ciclo longo na África ocidental. O crescimento axial das raízes depende da duração do ciclo, aumentando entre 3,5 e 4,5 cm. dia⁻¹ (Chopart, 1983; Azam-Ali et al., 1984). Em genótipos de ciclo longo, o sistema radicular pode atingir até três metros de profundidade no solo, diferentemente de raízes em cultivares de ciclo curto que chegam a apenas 140 cm (Chopart, 1983). Uma das hipóteses mais aceitas para tolerância à seca no milheto é a de que o sistema radicular mais profundo permitiria sustentar a absorção de água, funcionando como um reservatório de água para uso durante os estádios finais da FC 3 (Vadez et al., 2012).

4 . Parâmetros agrônômicos associados com o rendimento

As variedades selecionadas para produção de biomassa vegetativa geralmente apresentam menor número de folhas e mais rápida taxa de emergência foliar em relação às selecionadas para produção de grãos. A taxa de desenvolvimento da AF é lenta em ED 1, aumenta rapidamente a partir de ED 2 em folhas do colmo e do perfilho basal, atingindo valores máximos em ED6. Em seguida, a massa e a AF de folhas estabilizam ou declinam, como consequência da senescência das folhas mais velhas. Guimarães Jr. et al. (2009) verificaram uma elevação na produção de matéria verde com o avanço do ciclo fenológico, atingindo, em média, 30,45 Ton/ha aos 52 DAE em plantas dos genótipos CMS 1, BRS 1501 e BN 2; a partir desse momento, para todos esses genótipos, a produção de biomassa verde foi estabilizada. Por sua vez, com rebrota resultante de corte da biomassa vegetativa em CMS 1, BRS 1501 e BN 2 aos 67 DAE, na FC 2, foi de 6,46 Ton/ha. A planta tende a possuir maior capacidade de rebrota quando o corte é feito em FC 1 (Netto, 1998). Isso, em parte, prende-se ao fato de que na FC 2 o alongamento do colmo e/ou perfilhos, e como efeito, o peso desses, aumenta em detrimento ao alongamento das lâminas foliares. Na maturidade fisiológica, geralmente, há apenas de três a quatro folhas verdes remanescentes por colmo e/ou perfilho, o que torna o corte para forragem ou pastejo inviável.

O índice de colheita (IC) varia amplamente em milheto, dependendo da variedade. Geraldo et al. (2000), comparando materiais nacionais e africanos, em solo corrigido e adubado, obtiveram uma produção de grãos de 4.000 kg ha^{-1} , com as cultivares africanas, enquanto as brasileiras produziram em média apenas 2.680 kg ha^{-1} . Variedades de milheto de polinização aberta geralmente apresentam vigor e produção de biomassa vegetativa elevados. No entanto, o IC dessas variedades é, tradicionalmente, pequeno (variando entre 15 e 20%) pois, em sua maioria, requerem dias curtos para florescer, e não houve melhoramento para torná-las insensíveis ao fotoperíodo (Carberry e Campbell, 1985; Yadav et al., 2003). Kassam e Kowal (1975) demonstraram que apesar de produzir 22 ton. ha^{-1} de biomassa seca 90 DAE, o rendimento de grãos em uma variedade de milheto de polinização aberta foi de apenas $3,3 \text{ ton. ha}^{-1}$. Em contrapartida, Rachie e Majmudar (1980) relataram o rendimento de grãos superior a 5 ton. ha^{-1} em um híbrido de milheto semianão 85 DAE.

Autores deste tópico: Frederico Ozanan Machado Duraes, Paulo Cesar Magalhaes, Alyne Oliveira Lavinsky

Zoneamento Agroclimático

Riscos Climáticos para o Plantio de Milheto no Brasil

A chance de sucesso de uma cultura depende de vários elementos, incluindo os riscos climáticos a que está sujeita. O plantio de milheto em épocas climaticamente aptas contribui para a obtenção de maiores rendimentos, o que, conseqüentemente, aumenta as chances de obtenção de lucro por parte dos agricultores. Fatores climáticos, como temperatura, radiação solar e precipitação, afetam a taxa de crescimento e desenvolvimento das plantas, influenciando nas atividades fisiológicas e interferindo diretamente na produção de grãos e matéria seca (LANDAU; PEREIRA FILHO, 2011).

O zoneamento de risco climático para a cultura é um programa governamental criado visando indicar as épocas aptas para a semeadura, prevendo o desenvolvimento das plantas em períodos em que a cultura tem maior probabilidade de se desenvolver em condições edafoclimáticas favoráveis, minimizando riscos climáticos de perda de safras. A indicação do período mais adequado para o plantio de cada cultura baseia-se no conhecimento das

exigências mínimas de cada uma e na estimativa da probabilidade de não ocorrerem adversidades climáticas recorrentes que possam atingir as lavouras durante as fases de desenvolvimento mais sensíveis das plantas. Os estudos sobre as exigências mínimas das culturas são revisados periodicamente, considerando diferentes cultivares, e respectivos ciclos adaptados às diversas regiões do país, bem como variações edáficas. Para tanto, a partir da análise de séries históricas de dados climáticos diários registrados em diversas estações meteorológicas e pluviométricas situadas em todas as regiões brasileiras, são estimadas as probabilidades de ocorrência de adversidades climáticas capazes de comprometer o desenvolvimento da cultura. Com base nos resultados desses estudos, em séries históricas climáticas de no mínimo 15 anos e em características do solo, uma empresa contratada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem elaborado calendários de plantio por município, por tipo de solo e por cultivar para diversas regiões do país (BRASIL, 2014). As recomendações de épocas com aptidão climática para o plantio baseiam-se na análise de áreas e épocas em que, pelo menos em 80% dos anos com dados climáticos históricos avaliados, a probabilidade de perda de safra foi baixa. O município é considerado apto se pelo menos 20% da área dele for identificada como adequada ao cultivo. Mesmo em municípios considerados aptos, a indicação de épocas de plantio não compreende a semeadura em áreas rurais situadas em locais de preservação obrigatória de acordo com a Lei nº 12.727, de 2012 (novo Código Florestal) (BRASIL, 2012,a,b), áreas que apresentam outras restrições de acordo com a legislação vigente, nem o plantio sobre solos com profundidade menor do que 50 cm ou muito pedregosos (mais de 15% da superfície do terreno). 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, 2014).

No Zoneamento Agrícola de Risco Climático, é indicado o plantio de cultivares de milheto registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atendidas as indicações das regiões de adaptação, em conformidade com as recomendações dos respectivos obtentores/detentores (mantenedores). No plantio, devem ser utilizadas sementes produzidas em conformidade com a legislação brasileira sobre sementes e mudas (Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, e Decreto nº 5.153, de 23 de agosto de 2004) (BRASIL, 2003, 2004, 2014).

Dada a diversidade de cultivares disponíveis no mercado, para fins de zoneamento, elas são agrupadas em três classes, baseadas em características dos seus ciclos (fases de germinação/emergência, crescimento/ desenvolvimento, floração/enchimento de grãos e maturação fisiológica), fornecidas pelas empresas desenvolvedoras/mantenedoras. Considerando principalmente o tempo entre a emergência e a maturação fisiológica das cultivares de milheto, atualmente são considerados três grupos: Grupo I ou de ciclo precoce, Grupo II ou de ciclo médio e Grupo III ou de ciclo tardio (BRASIL, 2014). No Grupo I, são incluídas cultivares com tempo emergência-maturação fisiológica de até 110 dias; no Grupo II, com tempo emergência-maturação fisiológica de 110 até 130 dias; e no Grupo III, com tempo emergência-maturação fisiológica a partir de 130 dias.

O Brasil também apresenta grande diversidade de tipos de solos. Para fins de zoneamento. Estes são agrupados em três classes: arenoso, com textura média e argiloso. Solos arenosos apresentam teor de argila inferior a 15%, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, intensa lixiviação, e perdem mais água por evaporação. Solos de textura média apresentam teores de argila em torno de 30-35%, representando solos argilosos com boa estrutura, como os latossolos, que possibilitam drenagem adequada, apresentam boa capacidade de retenção de água e de nutrientes disponíveis para as plantas. Solos argilosos apresentam tipo de argila expansiva, podem apresentar forte agregação, prejudicando as condições de permeabilidade e a livre penetração do sistema radicular. Os períodos aptos para o plantio de milheto são indicados por decêndio (conjuntos de dez dias), em que o primeiro decêndio do mês abrange o período compreendido entre 1º e o 10º dia daquele mês; o segundo decêndio, o período entre os dias 11 e 20; e o terceiro decêndio, o período entre os dias 21 e 31 (BRASIL, 2014; LANDAU; SANS, 2008).

Uma vez elaborado o calendário de plantio, os resultados do zoneamento de risco climático são divulgados por cultura e Estado, por meio de portarias publicadas no Diário Oficial da União, nas quais é(são) indicado(s) o(s) período(s) de plantio recomendado(s) por ciclo de cultivar e tipo de solo para cada município, bem como as cultivares adaptadas para cada região. As informações são disponibilizadas no *site* do MAPA (BRASIL, 2014). No Apêndice I, também podem ser visualizadas, organizadas na forma de tabela única, as épocas indicadas para plantio de milheto por município. No caso de milheto, foram divulgados dados para 22 Estados/Unidades da Federação do Brasil. O zoneamento mais recente foi elaborado inicialmente para a safra 2012/13 (BRASIL, 2014).

Na maioria das regiões do país, os períodos indicados para o plantio de milho são bastante amplos, coincidindo, em grande parte, com épocas indicadas para o plantio de outras culturas de importância econômica como soja, milho, cana-de-açúcar, algodão. Independentemente da cultivar de milho plantada e do solo local, as regiões Sudeste e Centro-Oeste são as que apresentam maior aptidão climática para a semeadura de milho, que se estende por mais do que quatro meses. Os períodos médios mais extensos foram identificados nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Na região Sul, os períodos mais extensos concentram-se no Oeste da região e no norte do Estado do Rio Grande do Sul. Na região Nordeste, as áreas que se apresentam aptas para o plantio de milho situam-se próximo ao litoral atlântico e no Oeste da região. Localizado na região Norte, grande parte do Estado do Tocantins também apresenta mais do que quatro meses climaticamente aptos para a semeadura de milho (LANDAU; GUIMARÃES, 2013).

Comparando a duração do período de plantio para as diferentes classes de cultivares e solos, conforme esperado, verifica-se a ocorrência de períodos mais extensos para o plantio de cultivares de ciclos precoce e médio, bem como em solos argilosos ou de textura média (Figuras 1 a 9). O milho pode ser plantado em diferentes tipos de solos, sendo necessário considerar as características destes para definição da profundidade de plantio. Levando-se em conta as características do tipo de solo e do tamanho da semente, o milho deve ser semeado a profundidades que variam de 2 cm a 4 cm. A profundidade de plantio é um fator de relevada importância para o milho por causa do pequeno tamanho da semente. Em solo arenoso, a semente deve ser colocada um pouco mais profundamente para entrar em contato com a umidade. Em solo argiloso, o plantio deve ser menos profundo devido ao fato de a água estar mais superficial. O solo deve ser bem preparado e livre da presença de torrões, que prejudicam a germinação e a emergência de plântulas (PEREIRA FILHO et al., 2011).

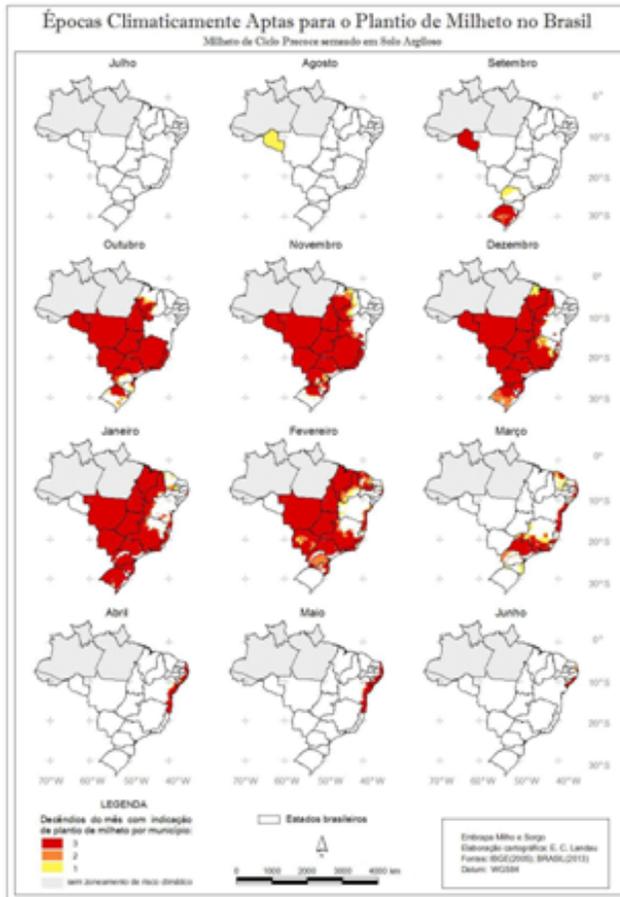


Figura 1. Aptidão climática para plantio de milho de ciclo precoce em solo argiloso, conforme o zoneamento de risco climático para a cultura ano-safra 2012/13 (LANDAU; GUIMARÃES, 2013).

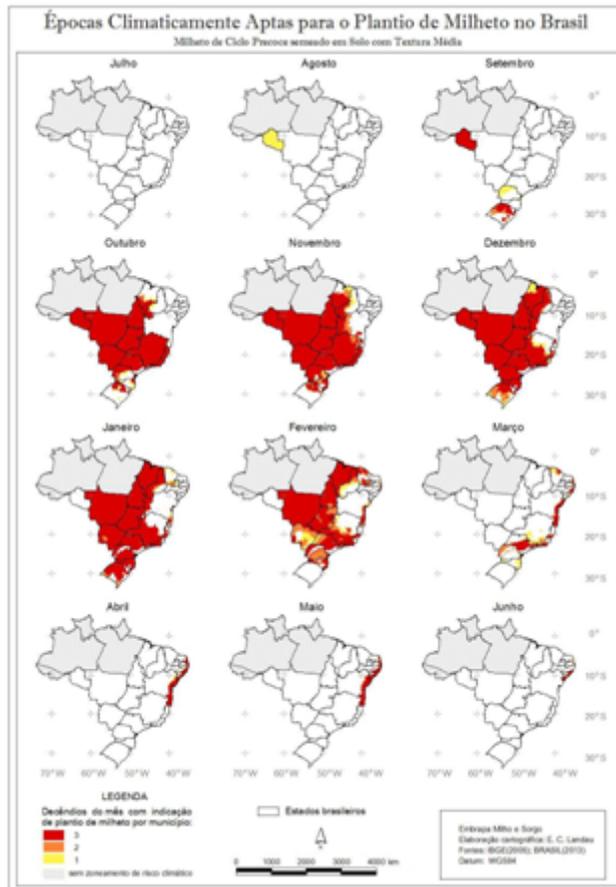


Figura 2. Aptidão climática para plantio de milho de ciclo precoce em solo com textura média conforme o zoneamento de risco climático para a cultura ano-safra 2012/13 (LANDAU; GUIMARÃES, 2013).

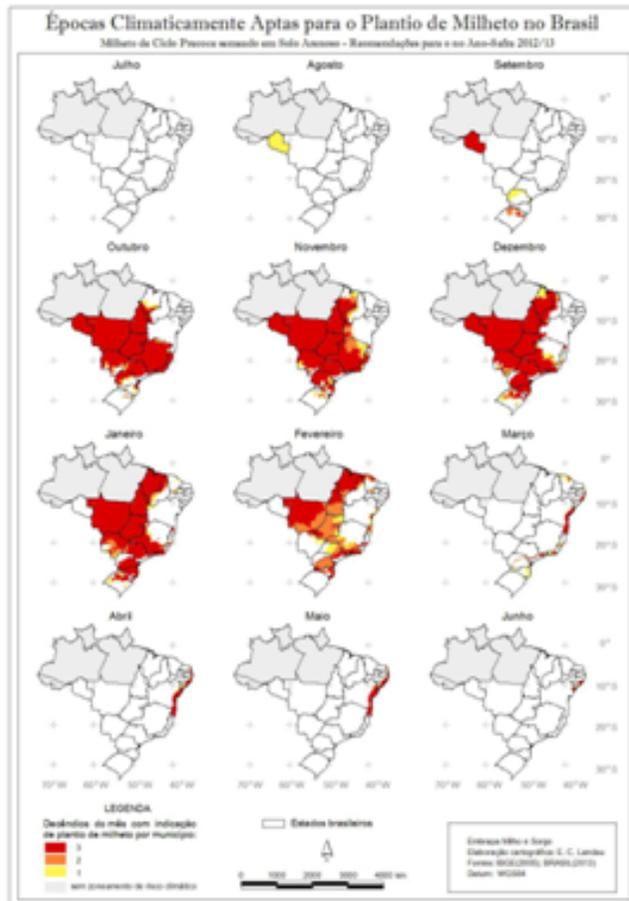


Figura 3. Aptidão climática para plantio de milho de ciclo precoce em solo arenoso conforme o zoneamento de risco climático para a cultura, ano safra 2012/13. (LANDAU; GUIMARÃES, 2013).

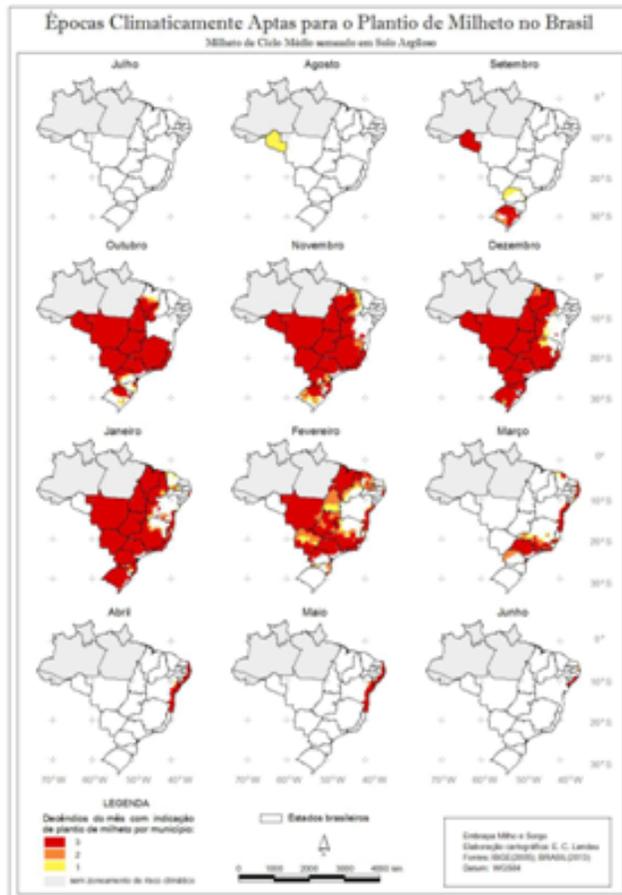


Figura 4. Aptidão climática para plantio de milho de ciclo médio em solo argiloso conforme o zoneamento de risco climático para a cultura ano-safra 2012/13 (LANDAU; GUIMARÃES, 2013).

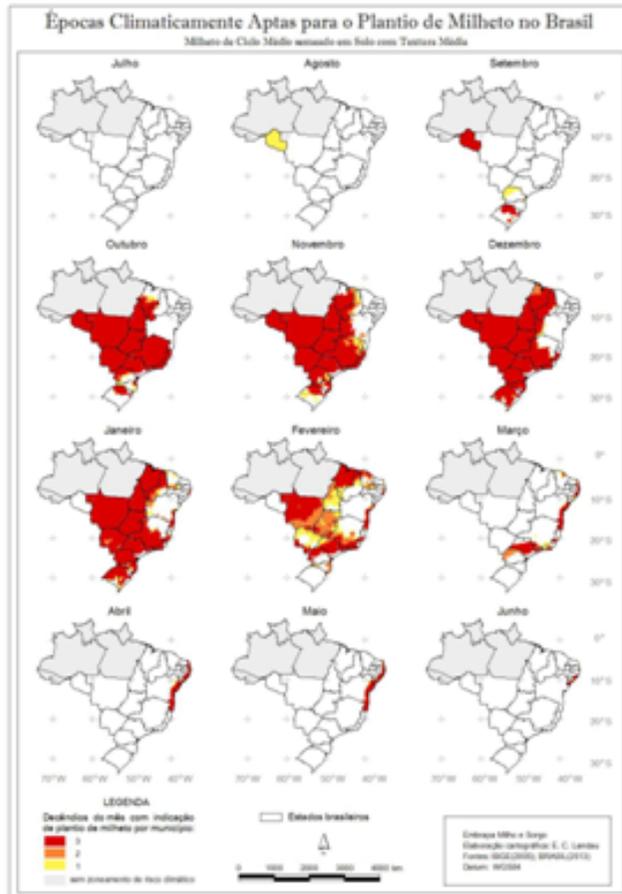


Figura 5. Aptidão climática para plantio de milho de ciclo normal em solo com textura média conforme o zoneamento de risco climático para a cultura ano-safra 2012/13 (LANDAU; GUIMARÃES, 2013).

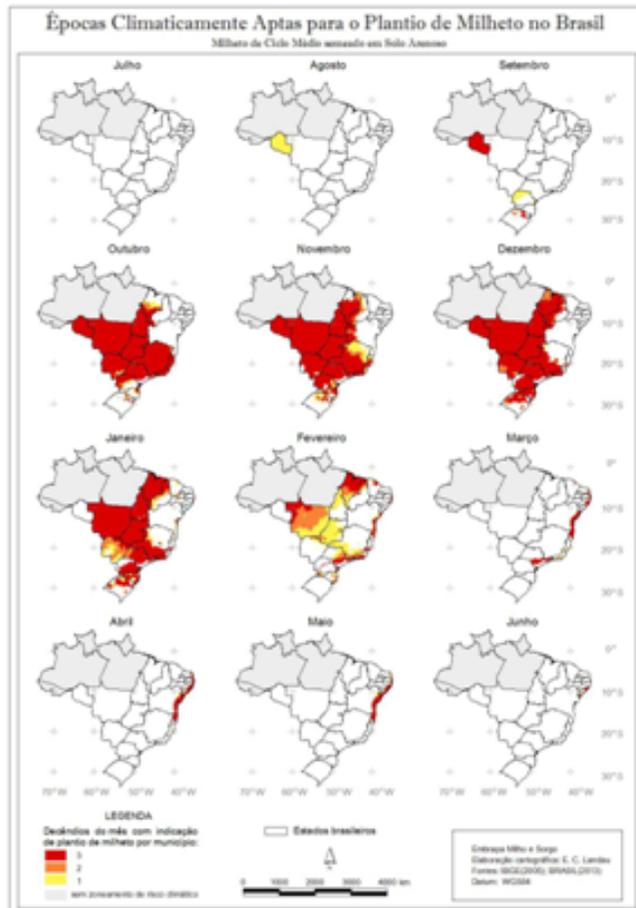


Figura 6. Aptidão climática para plantio de milheto de ciclo normal em solo arenoso conforme o zoneamento de risco climático para o ano-safra 2012/13 (LANDAU; GUIMARÃES, 2013).

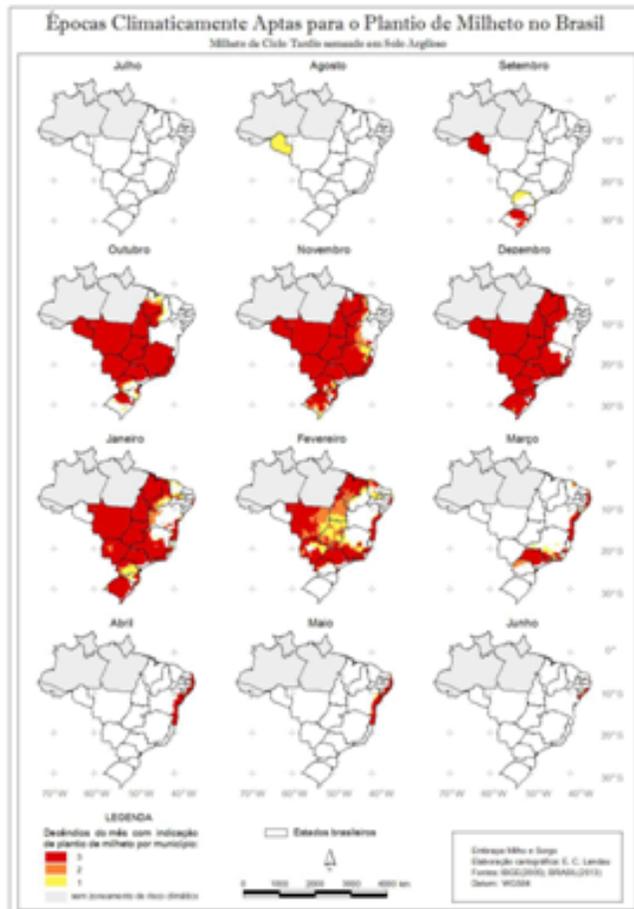


Figura 7. Aptidão climática para plantio de milho de ciclo tardio em solo argiloso, conforme zoneamento de risco climático para o ano-safra 2012/13 (LANDAU; GUIMARÃES, 2013).

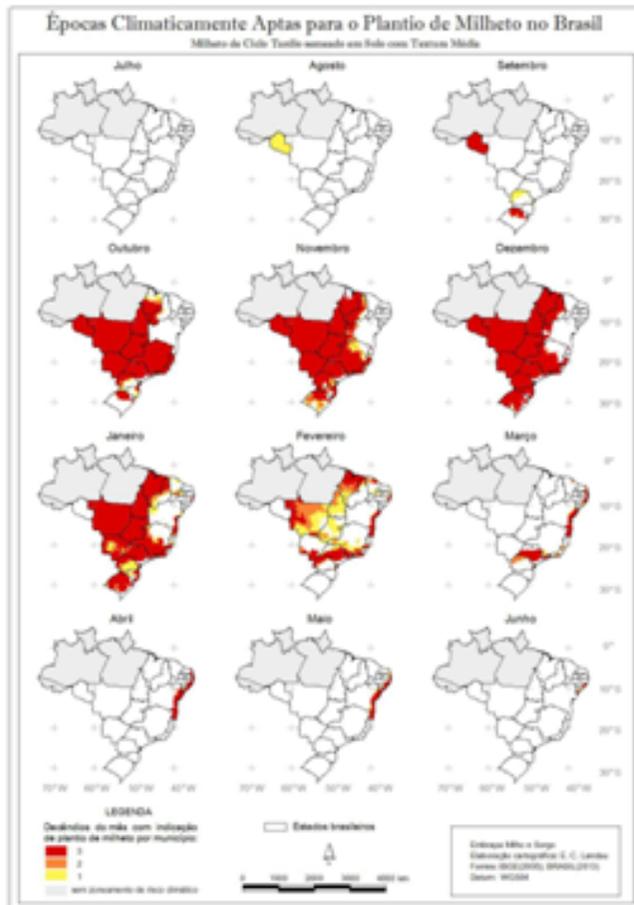


Figura 8. Aptidão climática para plantio de milho de ciclo tardio em solo com textura média, conforme zoneamento de risco climático para o ano-safra 2012/13 (LANDAU; GUIMARÃES, 2013).

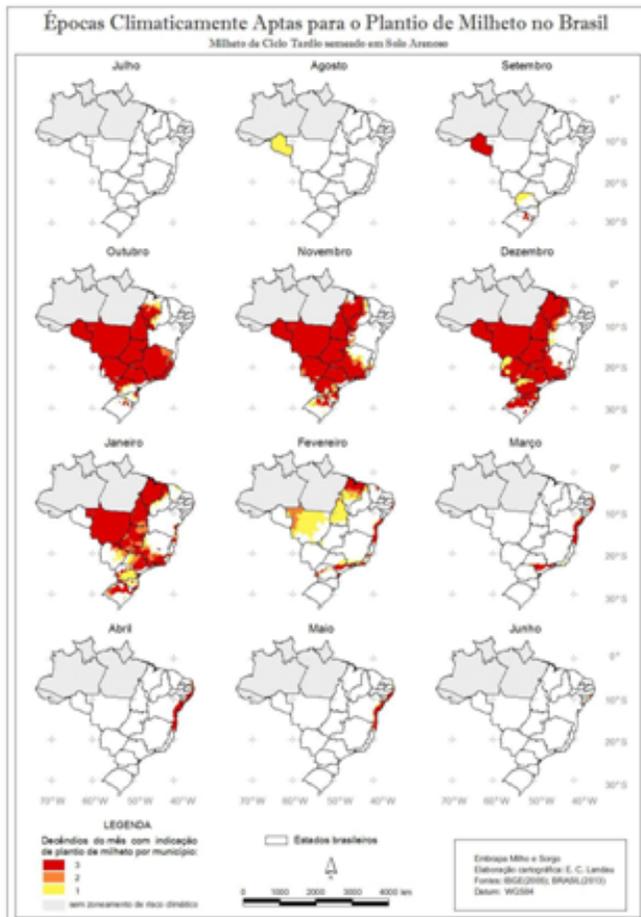


Figura 9. Aptidão climática para plantio de milho de ciclo tardio em solo arenoso, conforme zoneamento de risco climático para o ano-safra 2012/13 (LANDAU; GUIMARÃES, 2013)

Autores deste tópico:Elena Charlotte Landau,Daniel Guimarães

Fertilidade de solos

Uma característica reconhecida do milheto é sua adaptabilidade aos solos ácidos e de baixa fertilidade, os quais são extremamente limitantes para o cultivo do milho, do sorgo e de outras culturas. Essa boa adaptação se deve à sua capacidade de extração de nutrientes, face ao seu sistema radicular profundo e abundante, podendo atingir mais de dois metros de profundidade.

No entanto, o milheto responde à correção do solo e à adubação, sendo tais técnicas fundamentais para se obter maiores patamares de produtividade. O milheto tem potencial genético de produtividade de até 6 t.ha⁻¹, associando-a a um manejo adequado do cultivo (espaçamento entre fileiras de 0,45m, com 0,20m entre plantas, irrigação ou suplementação para cerca de 440mm totais durante o ciclo, fornecimento suficiente de nutrientes, principalmente N, com dose estimada de 300 kg.ha⁻¹ e manejo integrado de pragas e doenças). Comparando materiais nacionais e africanos, em solo corrigido e adubado, obteve-se uma produção média de grãos de 2,7 t.ha⁻¹ com as cultivares locais, enquanto as africanas produziram 4 t.ha⁻¹. Os híbridos graníferos a serem lançados no Brasil apresentam um potencial de produção em torno de 3,6ton.ha⁻¹ nas condições de safrinha. Para as cultivares existentes no Brasil, estima-se que as cultivares ADR300 e ADR500 produzem em torno de 1,5ton.ha⁻¹ na safrinha, enquanto o híbrido ADR7010 apresenta potencial de produção de 2,4 t.ha⁻¹, além da produção de palhada de excelente qualidade.

Resultados de literatura mostram que a produção de massa seca, quando o milheto é cultivado na primavera ou no verão, varia de 6 a 20 t.ha⁻¹, enquanto na safrinha varia de 3 a 10 t.ha⁻¹ com cultivares melhoradas. Há dados na literatura mostrando que as cultivares ADR500 e ADR300 produziram massa verde acima de 70 t.ha⁻¹, enquanto que a produção de massa seca atingiu em torno de 20 t.ha⁻¹. Em outros estudos utilizando as cultivares ADR300, ADR500 e o híbrido ADR7010 semeados a lanço na primavera, foram obtidos, aos 50 dap, a produção de massa verde respectivamente de 116, 119 e 122 t.ha⁻¹ e de massa seca respectivamente de 15, 14 e 14 t.ha⁻¹. Com estes resultados, observa-se a grande capacidade de produção de massas verde e seca em condições favoráveis de clima e solo.

Essas diferenças mostram que os materiais genéticos e o manejo da nutrição das plantas são fatores a serem considerados de forma a otimizar a produção da cultura, tentando-se aproximar do seu potencial.

Comparativamente a culturas como o milho e a soja, o milheto dispõe de menos estudos relacionados às suas exigências nutricionais e respostas à adubação. A seguir, são apresentados procedimentos básicos e recomendações de manejo da fertilidade do solo visando a maiores desenvolvimento e produtividade do milheto.

Diagnose da fertilidade do solo

O solo é o substrato de crescimento das plantas, sendo originário de fatores complexos de formação, que envolvem o material de origem, o clima, o relevo, o tempo e organismos. As diversas combinações destes fatores permitem a formação de solos com capacidades diferenciadas de fornecimento de nutrientes, que precisam ser consideradas na avaliação de sua fertilidade. Além disso, para solos já cultivados, o manejo adotado imprime condições peculiares que também merecem ressalva. A exemplo, sistemas de plantio convencional, direto ou integração lavoura-pecuária apresentam diferenças na mobilização e ciclagem de nutrientes no solo, demanda de nutrientes pelas culturas componentes dos sistemas de sucessão, rotação ou consórcio e condições físicas particulares (estrutura, porosidade, capacidade de retenção de água etc.). Dessa forma, o monitoramento e a diagnose da fertilidade do solo são fundamentais para se realizar o manejo adequado da fertilização das culturas, buscando otimizar o uso de insumos, com menor custo de produção e menor risco ao ambiente.

A ferramenta mais utilizada para diagnose da fertilidade do solo é sua análise química e granulométrica (textura), que deve ser realizada em laboratórios com controle de qualidade reconhecidos para se ter um diagnóstico mais confiável. Além disso, uma boa análise de solo inicia-se com uma boa

amostragem, que deve envolver a divisão da área em glebas homogêneas, coleta de número suficiente de amostras simples para formar uma amostra composta que seja representativa da área (15 a 20 amostras simples por gleba homogênea).

As amostras podem ser retiradas com auxílio de trado, pá de corte ou enxadão. No caso de lavouras cultivadas no sistema de preparo convencional, são recomendadas amostragens das camadas de 0-20cm e de 20-40cm. Para lavouras sob sistema plantio direto, as camadas amostradas devem ser de 0-10cm, 10-20cm e 20-40cm. A coleta de solo na profundidade de 20-40cm é indicada para uma caracterização inicial da área (na primeira vez que se analisa o solo) e sempre que se queira detectar a necessidade ou não de gessagem. Realizada a coleta, é preciso fazer o correto acondicionamento das amostras em sacos plásticos limpos e identificá-los para envio ao laboratório. Quando o envio não for imediato, as amostras devem ser secas ao ar.

De posse dos resultados da análise de solo, é possível diagnosticar sua fertilidade baseando-se nos teores de nutrientes estabelecidos nas tabelas de interpretação da disponibilidade de nutrientes no solo existentes em manuais de recomendação de corretivos e fertilizantes, como a 5ª Aproximação, o Boletim Técnico 100, Cerrado: Correção do solo e adubação etc. Assim, a fertilidade dos solos pode ser classificada como muito alta, alta, média, baixa e muita baixa (Figura 1). Cabe ressaltar que cada manual apresenta particularidades regionais e na Tabela 3 são apresentadas as classes de disponibilidade de P e K para o Cerrado.

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 %
MÉDIA	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 média, alta e muito alta: adubação de arranque ou manutenção

Figura 1. Conceito esquemático do estabelecimento de critérios para interpretação dos indicadores da fertilidade nas análises de solos.

Fonte: Coelho & Resende (2009).

Exigências nutricionais

As exigências nutricionais do milheto variam com a idade da planta, tornando-se mais intensas no início da fase reprodutiva. Pela Figura 2, verifica-se que, entre os 51 e os 93 dias após a semeadura, há uma elevada taxa de acúmulo de massa seca, que deve ser acompanhada pelo acúmulo de nutrientes. Esse período coincide com a fase de enchimento de grãos.

A demanda de nutrientes pelo milho também depende do potencial de produtividade. À medida que aumenta o potencial ou a expectativa de produção (biomassa ou grãos), aumenta a demanda de nutrientes pela planta. Essa relação pode ser observada nas Tabelas 1 e 2. A extração dos macro e dos micronutrientes aumenta com o aumento na produtividade de massa seca. A maior exigência do milho refere-se ao potássio e ao nitrogênio, seguindo-se cálcio, magnésio, fósforo e enxofre. Adicionalmente à idade e à expectativa de produtividade, deve-se considerar a finalidade de uso do milho: forragem, produção de grãos ou planta de cobertura no sistema plantio direto, pois cada uma implicará numa dinâmica diferenciada dos nutrientes no sistema solo-planta.

No milho destinado à produção de forragem, todo material é cortado e removido do campo antes que a cultura complete seu ciclo, resultando em remoção de nutrientes maior do que a observada na produção de grãos e na produção de palhada para cobertura do solo. Na exploração dos grãos, são exportados apenas os nutrientes acumulados nessas partes da planta e o milho, como planta de cobertura, constitui importante reserva de nutrientes no solo, cuja capacidade da planta em ciclar nutrientes de camadas mais profundas do solo permite que essa cultura contribua com a nutrição mineral da cultura em sucessão. Isso faz com que a incorporação dos restos culturais do milho devolva ao solo parte dos nutrientes, principalmente potássio, nitrogênio, cálcio e magnésio, contidos na palhada (Tabela 3). Entretanto, mesmo com a manutenção da palhada na área de produção e em decorrência da exportação de nutrientes pelos grãos, faz-se necessária a reposição desses nutrientes em cultivos seguintes. A percepção de tais questões auxiliará no manejo da adubação do milho, de forma a repor as quantidades retiradas do solo, evitando sua degradação e visando a manter a sustentabilidade da produção.

Tabela 1. Produção e extração de macronutrientes na massa seca (MS) de plantas de milho.

Cultivar	Fase	MS t ha ⁻¹	N	P	K kg.ha ⁻¹	Ca	Mg	S
ADR 300	Pré-emborrachamento (36 dap) na primavera	3,5	88	8	246	23	11	0,4
NPM3-ALT	Emborrachamento	4,4	72	11	143	21	12	
ADR 300	Pré – florescimento (52 dap) na primavera	5,0	101	10	371	32	21	0,5
NPM1-ALT	Emborrachamento	6,0	99	15	160	26	18	
BN2	62 dias após o plantio (dap)	6,3	64	14	171	24	18	5
Não definida	50 dap	7,1	122	16	124	26	17	
9317464	9317464	7,1	117	15	188	30	16	
BN2	73 dap	7,4	69	24	194	32	21	11
9317461	Emborrachamento	7,7	127	17	205	34	22	
CMS 01	Emborrachamento	8,5	139	19	195	37	24	
ADR 300	Início do florescimento (50 dap) na primavera	8,8	205	25	448	59	29	1,3
CMS 03	Emborrachamento	9,3	153	18	231	36	28	
BN2	Florescimento pleno	10,3	166	23		41	23	13
ADR 500	51 dap na safrinha (50 % de florescimento)	10,8	122	17	417	76	40	18
BN2	52 dap no verão	12,6	348	36	314	135	52	
Híbrido ADR7010	Início do florescimento (50 dap) na primavera	14,1	351	173				
ADR300	Início do florescimento (50 dap) na	14,2	332	163				

	primavera							
ADR500	Início do florescimento (50 dap) na primavera	15,4	331		180			
Média		8,8	167	18	231	42	23	7

Fonte: Adaptado de Marques et al. (2002); Braz et al. (2004); Silva (2005); Carpim et al. (2006); Boer et al. (2007); Torres et al. (2008); Carpim et al. (2008) e Souza et al. (2008).

Tabela 2. Produção e extração de micronutrientes na massa seca (MS) de plantas de milheto.

Cultivar	Fase	MS t ha ⁻¹	Cu	Fe	Mn	Zn
		kg.ha ⁻¹				
BN2	62 dap	6,3	0,04	2,01	0,36	0,16
BN2	73 dap	7,4	0,05	4,82	0,69	0,23
BN2	52 dap (verão)	12,6	0,18	3,79	0,63	0,46
Média		8,8	0,09	0,09	0,56	0,28

Fonte: Adaptado de Silva (2005) e Braz et al. (2004).

A tabela 3 mostra que cultivar ADR-300 (Super Massa) apresenta elevada taxa de crescimento e reciclagem de nutrientes, proporcionando maior disponibilidade desses nutrientes para a cultura subsequente.

Tabela 3. Reciclagem de nutrientes da cultivar Super Massa ADR 300 quando da produção de 11 t ha⁻¹ da matéria seca.

Nutrientes	Kg ha ⁻¹	Equivalente em fertilizante	Kg ha ⁻¹
N	193	Uréia	433
P ₂ O ₅	46	Super Simples	291
P ₂ O	436	KCL	726

Fonte: <http://www.interural.com>. Acessado em 13 de setembro de 2011.

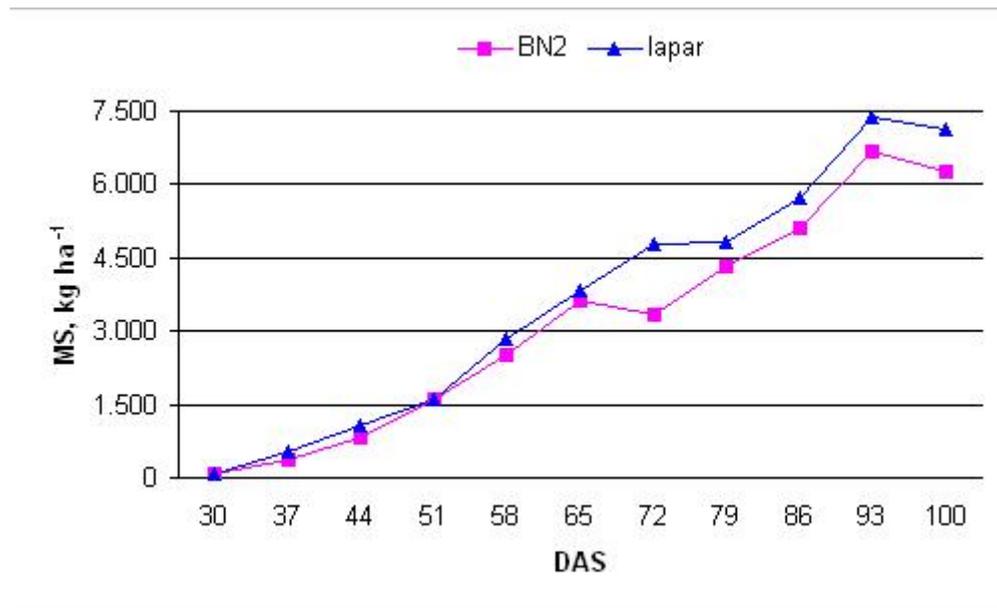


Figura 2. Produção de massa seca de milho (MS) como variável dos dias após a semeadura (DAS).

Fonte: Adaptado de Geraldo et al. (2000).

Calagem e gessagem

As recomendações de calagem objetivam corrigir a acidez do solo e tornar insolúvel o alumínio, o que, aliado a outras práticas de manejo da fertilidade, tem a função de elevar a capacidade produtiva dos solos. As quantidades de corretivos da acidez do solo são determinadas por diferentes metodologias e visam ao retorno econômico das culturas a médio prazo (4 a 5 anos). Como a calagem é uma prática que envolve sistemas de rotação e de sucessão de culturas, na sua recomendação deve-se priorizar a cultura mais sensível à acidez do solo. Assim, pelos seus efeitos e pela importância nos diferentes níveis tecnológicos dos diversos sistemas de produção usados no Brasil, o desenvolvimento ou a adaptação de cultivares mais tolerantes à acidez do solo via melhoramento genético não elimina o uso do calcário na agricultura.

Em plantio de primavera/verão, em áreas que não sofreram nenhuma adubação anterior, o solo deve ser corrigido como se fosse para plantio de uma forrageira de média exigência. Para solos de textura média, por exemplo, a saturação por base deverá ser elevada para cerca de 40% a 45%. Como exemplo, são apresentadas as fórmulas para cálculo da necessidade de calagem pelo método da saturação por bases e da neutralização do Al e elevação dos teores de Ca e Mg.

Saturação por bases:

$$NC = (Ve - Va)T/100$$

NC = necessidade de calagem

Ve = saturação por bases esperada (para milheto, recomenda-se 50%)

Va = saturação por bases atual (obtida na análise química do solo)

T = CTC a pH 7

Neutralização do Al e elevação dos teores de Ca e Mg:

$$\mathbf{NC = 2Al + [2 - (Ca + Mg)]}$$

Al, Ca e Mg = obtidos na análise química do solo

Há, ainda, necessidade de corrigir a necessidade de calagem pelo PRNT do calcário utilizado: $NC/PRNT =$ dose de calcário a ser aplicada.

O calcário deve ser aplicado em superfície, a lanço, e incorporado com grade a 20 cm de profundidade. O insumo apresenta efeito residual de cerca de 4 a 5 anos.

No sistema de plantio direto, o calcário é aplicado a lanço e sem incorporação. No entanto, como premissa para adoção do sistema, o solo já deve estar corrigido e, somada à presença de canalículos de meso e macrofauna, bem como pela morte de raízes, há movimentação do calcário em profundidade, o que torna a técnica eficiente.

Embora a toxidez por alumínio na superfície do solo (0-20cm) possa ser corrigida pela aplicação de calcário, sua baixa solubilidade e a movimentação no solo impedem, em curto período de tempo, a eliminação ou a redução do alumínio tóxico no subsolo (> 20 cm). Desta forma, o gesso surge como estratégia para correção da acidez subsuperficial.

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 a 40 cm). Haverá maior probabilidade de resposta ao gesso quando a saturação por alumínio na CTC efetiva (valor "m" na análise de solo) for maior do que 20% ou o teor de Ca menor que $0,5 \text{ molc dm}^{-3}$ de solo.

O cálculo da dose de gesso é dado pela fórmula $DG = 50 \times$ teor de argila do solo.

Recomendação e manejo da adubação

Nos sistemas de produção de grãos atualmente em uso no país, o milheto geralmente entra como cultura de rotação, semeado sobretudo em safrinha. Por isso, via de regra, o cultivo do milheto é feito valendo-se apenas do efeito residual da adubação das culturas principais, sem maiores investimentos em fertilizantes. Esse manejo se vale do fato de que o milheto é uma planta adaptada a solos de baixa fertilidade, sendo capaz de produzir razoavelmente mesmo nestas condições.

Entretanto, apesar do bom desempenho em condições menos favoráveis, em que outras culturas como milho, sorgo e soja não se desenvolvem bem, o milheto é uma cultura altamente responsiva às adubações. Dessa forma, a obtenção de produtividades mais elevadas envolve um manejo adequado da adubação para o milheto. Este manejo envolve a recomendação de doses adequadas de acordo com as exigências da cultura, bem como uma série de outras medidas relacionadas às formas de aplicação, à época e às fontes de fertilizantes.

Um bom programa de manejo da adubação deve atender ao princípio do balanço nutricional, ou seja, a quantidade de nutrientes a ser aplicada é definida pela diferença entre a demanda de nutrientes pela planta e o fornecimento pelo solo. Em relação ao fornecimento, é preciso conhecer a quantidade de nutrientes disponíveis no solo, ou seja, é necessário fazer a diagnose de sua fertilidade por meio de análise química e física (textura, essencialmente) e considerar o histórico de uso da área (sequências de cultivos, que possibilitam estimar a contribuição da palhada com reciclagem de nutrientes, correções e adubações realizadas na área, deficiências mais comuns nas plantas).

Adubação nitrogenada

O milheto apresenta produção média de 7 a 10ton.ha⁻¹ de massa seca (MS) e, dependendo da cultivar, das condições climáticas, da época de plantio e da fertilidade do solo, pode chegar até a 20ton.ha⁻¹ de MS. Em função do alto potencial produtivo da espécie, há grande demanda por N. Quando o milheto for utilizado como planta de cobertura de solo em sucessão a uma gramínea (milho, sorgo etc.), recomenda-se aplicação de 20 a 30kg.ha⁻¹ de N na semeadura, juntamente com o P e o K se necessários (Tabela 4). Quando cultivado em sucessão a uma leguminosa (por exemplo a soja), pode-se dispensar a adubação nitrogenada.

Quando o milheto for utilizado como silagem, forragem ou para produção de grãos (entre 2 e 3 ton.ha⁻¹), além da aplicação do N na semeadura (20 a 30kg.ha⁻¹), recomenda-se a aplicação de 60 a 80kg.ha⁻¹ de N em cobertura no início do perfilhamento.

Em plantio de safrinha após as culturas de soja ou de milho, o milheto vem sendo cultivado apenas no resíduo da adubação dessas culturas, com produção bastante satisfatória. Entretanto, a aplicação, em cobertura, de 30kg a 60kg.ha⁻¹ de N contribui para aumentar a produtividade e a qualidade de massa seca, a produção de grãos e estender o período de pastejo. Em plantio de primavera/verão em áreas que não sofreram nenhuma adubação anterior, o solo deve ser corrigido como se fosse para plantio de uma forrageira de média exigência, devendo o nitrogênio ser usado na base de 50 a 100kg.ha⁻¹.

Variedades melhoradas geneticamente e híbridos de milheto respondem mais eficientemente à adubação nitrogenada. Em áreas de plantio de milheto na Índia, com base na resposta à aplicação de N, é estimado que, para cada 1kg de N aplicado, a planta produza entre 10 Kg e 15 kg (variedades) e 30 Kg e 60 kg (híbridos) de grãos. Entretanto, a dose mais econômica se situa em torno de 40kg.ha⁻¹ de N e, em regiões com maior índice pluviométrico, são recomendados cerca de 60 a 80 kgha de N.

Adubação fosfatada e potássica

A análise do solo se mostra útil para discriminar potenciais de respostas do milheto à adubação fosfatada e potássica, seguindo as tabelas de interpretação das classes de disponibilidade, a exemplo para a região dos Cerrados (Tabela 4), e para definir a necessidade de adubação com esses nutrientes.

Tabela 4. Interpretação das classes de disponibilidade de fósforo de acordo com o teor de argila no solo e de disponibilidades de potássio para o Cerrado.

Teor de argila (%)	Teor de P no solo ^{1/}				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
	mg.dm ⁻³				
< 15	0 a 6,0	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	18,1 a 25,0	> 25,0
16 a 35	0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	> 20,0
36 a 60	0 a 3,0	3,1 a 5,0	5,1 a 8,0	8,1 a 12,0	> 12,0
> 60	0 a 2,0	2,1 a 3,0	3,1 a 4,0	4,1 a 6,0	> 6,0
	Teor de K disponível no solo ^{1/} (CTC a pH 7,0 menor do que 4,0 cmol _c dm ⁻³)				
	Baixo		Médio	Adequado	Alto
	mg.dm ⁻³				
	< = 15,0		16,0 a 30,0	31,0 a 40,0	> 40,0
	Teor de K disponível no solo ^{1/} (CTC a pH 7 igual ou maior do que 4,0 cmol _c dm ⁻³)				
	< = 25,0		26,0 a 50,0	51,0 a 80,0	> 80,0

^{1/} Método Mehlich-1.

Fonte: Adaptado de Sousa et al. (2004) e Vilela et al. (2004).

Assim, de posse dos resultados das análises de solo (Tabela 5) e com base na finalidade de exploração, pode-se definir a necessidade de adubação e as quantidades a serem aplicadas

Tabela 5. Recomendações de adubação do milheto com base na finalidade de exploração e na análise de solo.

Finalidade de exploração	Disponibilidade de P			Disponibilidade de K		
	Baixa	Média	Adequada	Baixa	Média	Adequada
	Doses de P ₂ O ₅ – kg.ha ⁻¹			Doses de K ₂ O – kg.ha ⁻¹		
Cobertura do solo	20 – 40	0	0	30 – 40	0	0
Produção de grãos	50 – 80	30 – 50	20 – 40	60 – 100	40 – 60	30 – 50
Forragem ou silagem	60 – 100	40 – 60	30 – 50	60 – 120	40 – 70	30 – 60

Fonte: Adaptado de Cantarutti et al. (1999) e Sousa & Lobato (2004b).

Em plantio de primavera/verão em áreas que não sofreram nenhuma adubação anterior, o solo deve ser corrigido como se fosse para plantio de uma forrageira de média exigência. Para solos de textura média, por exemplo, o fósforo para 6 a 8 mg.dm⁻³ e o potássio para 50 mg.dm⁻³.

Adubação com micronutrientes

A necessidade de alcançar altos patamares de produtividade tem levado a uma crescente preocupação com a adubação com micronutrientes. A sensibilidade à deficiência de micronutrientes varia conforme a espécie de planta. As gramíneas, de um modo geral, apresentam alta sensibilidade à deficiência de zinco, média à de cobre, ferro e manganês e baixa à de boro e molibdênio.

No Brasil, pode-se dizer que o zinco é o micronutriente mais limitante à produção das gramíneas, sendo a sua deficiência muito comum na região central do país, onde predominam solos sob vegetação de Cerrado. Nesta condição, a quase totalidade das pesquisas realizadas mostra respostas – por exemplo do milho, do sorgo, do arroz, do trigo e de outras culturas – à adubação com zinco; o mesmo não ocorre com os outros nutrientes.

Para adubação de plantio para o milheto, quando os teores de micronutrientes encontrarem-se no nível baixo (Tabela 6), aplicar conforme a situação a lanço, 2kg.ha⁻¹ de B, 2kg.ha⁻¹ de Cu, 6kg.ha⁻¹ de Mn, 0,4kg.ha⁻¹ de Mo e 6kg.ha⁻¹ de Zn. Estas doses poderão ser divididas em três partes iguais e aplicadas no sulco de semeadura em três cultivos sucessivos. Com os teores no nível médio, aplicar no sulco 25% das doses recomendadas a lanço e com o teor no nível alto não se recomenda nenhuma aplicação.

Recomendam-se as análises de solo e foliar a cada dois cultivos para verificar a necessidade de reaplicação desses nutrientes. Quando a deficiência ocorrer durante o desenvolvimento da cultura, recomenda-se pulverizar com um volume de calda de 380L/ha a 0,5% de bórax ou 0,3% de ácido bórico, 0,5% de sulfato de cobre, 0,5% de sulfato de manganês e a 0, % de sulfato de zinco e 1g/L de hidróxido de cálcio (cal extinta ou cal hidratada).

Tabela 6. Interpretação de resultados de análise de micronutrientes em solos de Cerrado.

Teor	B (água quente)	Cu	Mn		Zn
			Mehlich 1 ¹		
mg dm ⁻³					
Baixo	0 a 0,2	0 a 0,4	0 a 1,9		0 a 1,0
Médio	0,3 a 0,5	0,5 a 0,8	2,0 a 5,0		1,1 a 1,6
Alto	> 0,5	> 0,8	> 5,0		> 1,6

¹ Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L), na relação solo: solução de 1:10 e com cinco minutos de agitação.

Fonte: Adaptado de Galvão (2004).

Autores deste tópico: Alvaro Vilela de Resende, Antonio Marcos Coelho, Flavia Cristina dos Santos, Renato Lara de Assis

Importância econômica

Produção

Milheto é um termo que abrange um conjunto de gramíneas anuais com pequenas sementes, cultivadas em diversas partes do mundo para a obtenção de grãos que são utilizados para alimentação humana ou animal. Sua característica de maior tolerância à seca permite a colheita de uma quantidade de grãos que não é possível de ser obtida com outras culturas em condições semelhantes. A planta conhecida no Brasil como milheto (pasto italiano) é o "Pearl Millet" (plantas do gênero *Pennisetum*). Este tipo de milheto, que também é o mais importante em termos de área colhida e produção no mundo, se constitui na maior fonte de alimento de populações pobres que vivem, principalmente, em regiões com severos déficits hídricos na Ásia e África (Figura 1). Outros tipos de milheto com alguma expressão em termos de área cultivada são o "Finger millet" (*Eleusine coracana*), utilizado na produção de cerveja; o "Proso millet" (*Panicum miliaceum*), utilizado na alimentação de pássaros; e o "Foxtail millet" (*Setaria italica*).

A produção mundial alcançou, no triênio 2005/2007, cerca de 23,2 milhões de toneladas de grãos. Os maiores produtores são a Índia (34%), Nigéria (24%), Níger (9%), China (6%) e Burkina Faso (4%) que, em conjunto, produziram, no mesmo período, cerca de 25 milhões de toneladas (Tabela 1). Estes cinco países são responsáveis por mais de 75% do total produzido de milheto no mundo. Como base de comparação, a produção de grãos de milheto nos três maiores produtores, em condições ambientais desfavoráveis, é superior ou semelhante à produção de sorgo no Brasil. Em um país extremamente pobre como Burkina Faso, situado quase que totalmente no Saara, a produção de milheto corresponde a cerca da metade da produção brasileira de sorgo.

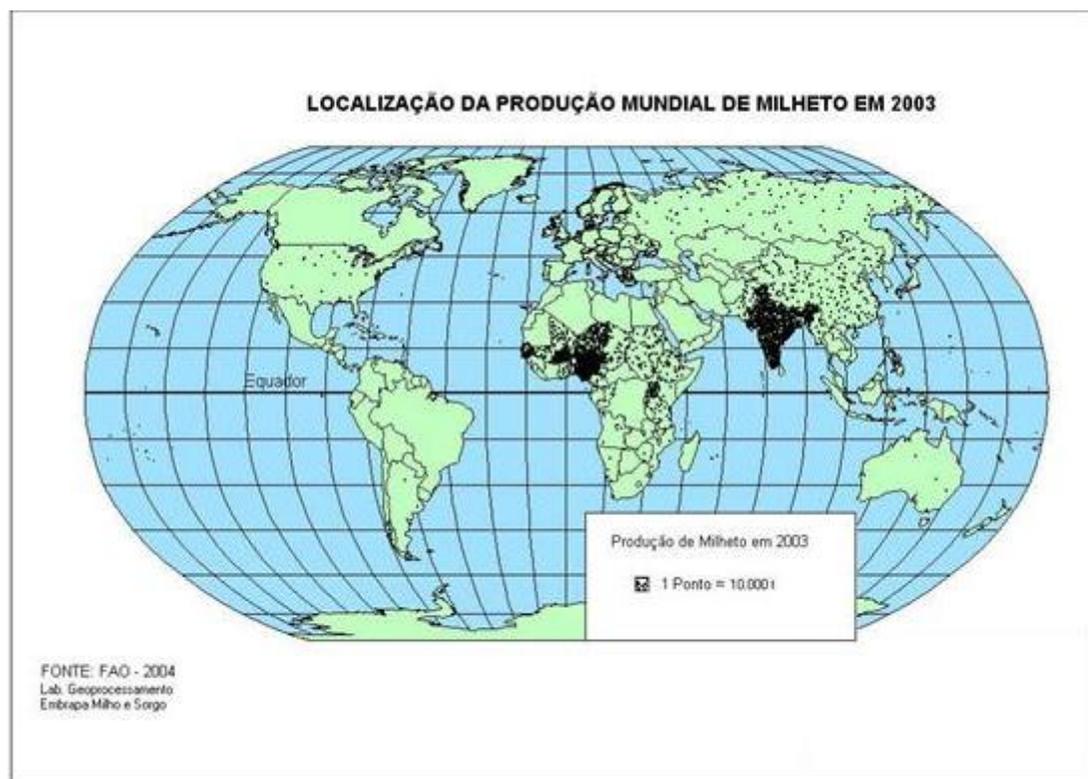


Figura 1. Localização da produção mundial de milheto em 2003.

Fonte: FAO, 2004.

Tabela 1. Produção mundial total dos 15 maiores produtores e dos cinco maiores países produtores (2005-2007) em milhões de toneladas de grãos.

País	2005	2006	2007	Média	Crescimento (%) 2002/04 - 2005/07
Mundo	30,94	31,79	33,95	32,23	9,23
15 maiores produtores	28,72	29,48	31,74	29,98	10,41
Índia	10,51	10,34	12,67	11,17	4,83
Nigéria	7,17	7,71	8,09	7,65	21,86
Niger	2,65	3,01	2,78	2,81	15,87
China	1,79	1,82	1,75	1,79	-9,68
Burkina Faso	1,20	1,18	1,10	1,16	11,51

Fonte: FAO, 2009.

A produção mundial total de milheto tem sido crescente. Porém, nos principais países produtores, a situação varia. Alguns destes apresentam elevadas taxas de crescimento da produção (Nigéria, Níger e Burkina Faso), intermediárias (Índia) e outros, como a China, apresentam taxas negativas de crescimento. É interessante notar que as taxas mais altas de crescimento verificam-se em países onde as condições de produção agrícola são mais precárias. Nos cinco países maiores produtores, o tipo predominante de milheto é o "Pearl millet", à exceção da China, onde o "Foxtail millet" é o tipo mais relevante. O comportamento da produção nos principais países produtores, desde o ano de 2002, está mostrado na Figura 2.

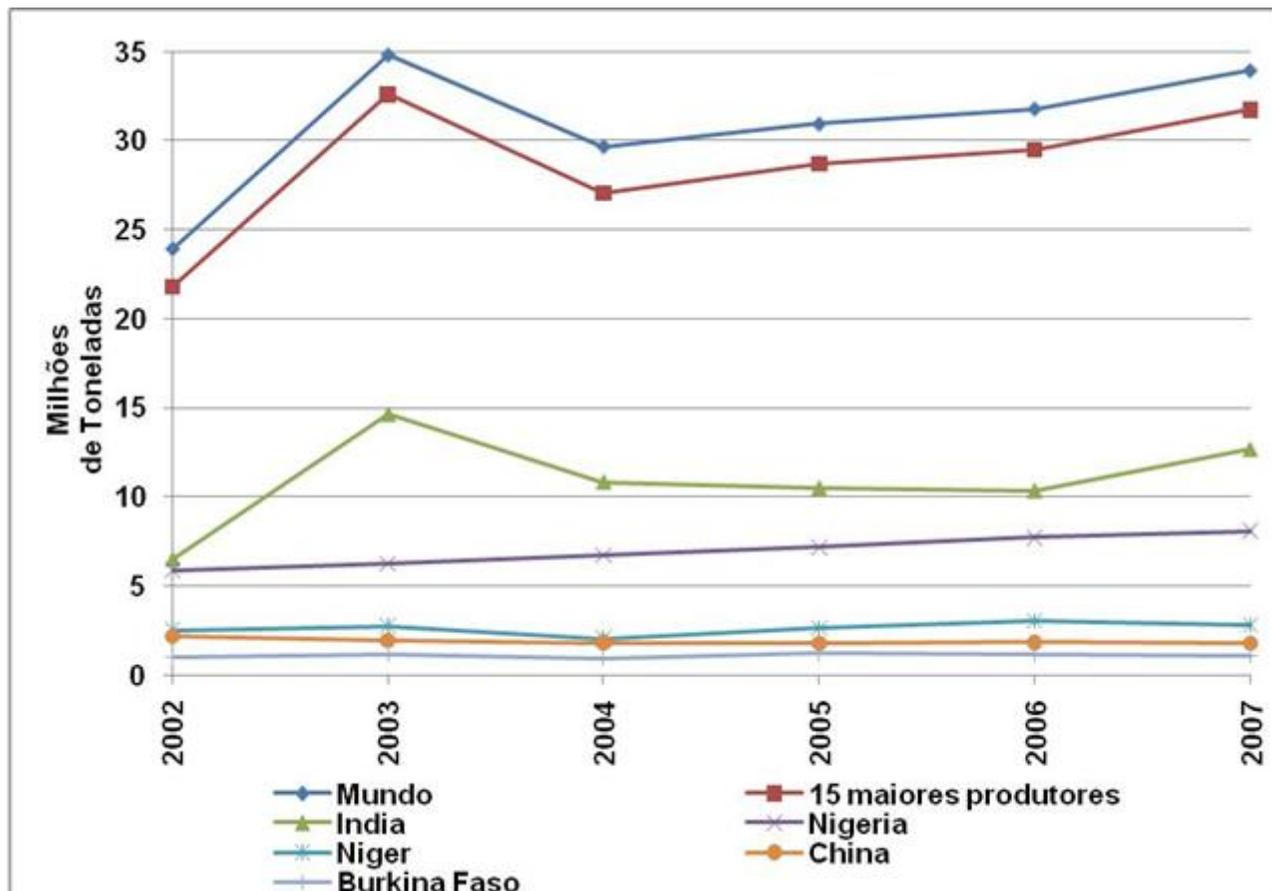


Figura 2. Principais produtores de grãos de milho (2002-2007) e produção total dos 15 maiores produtores.

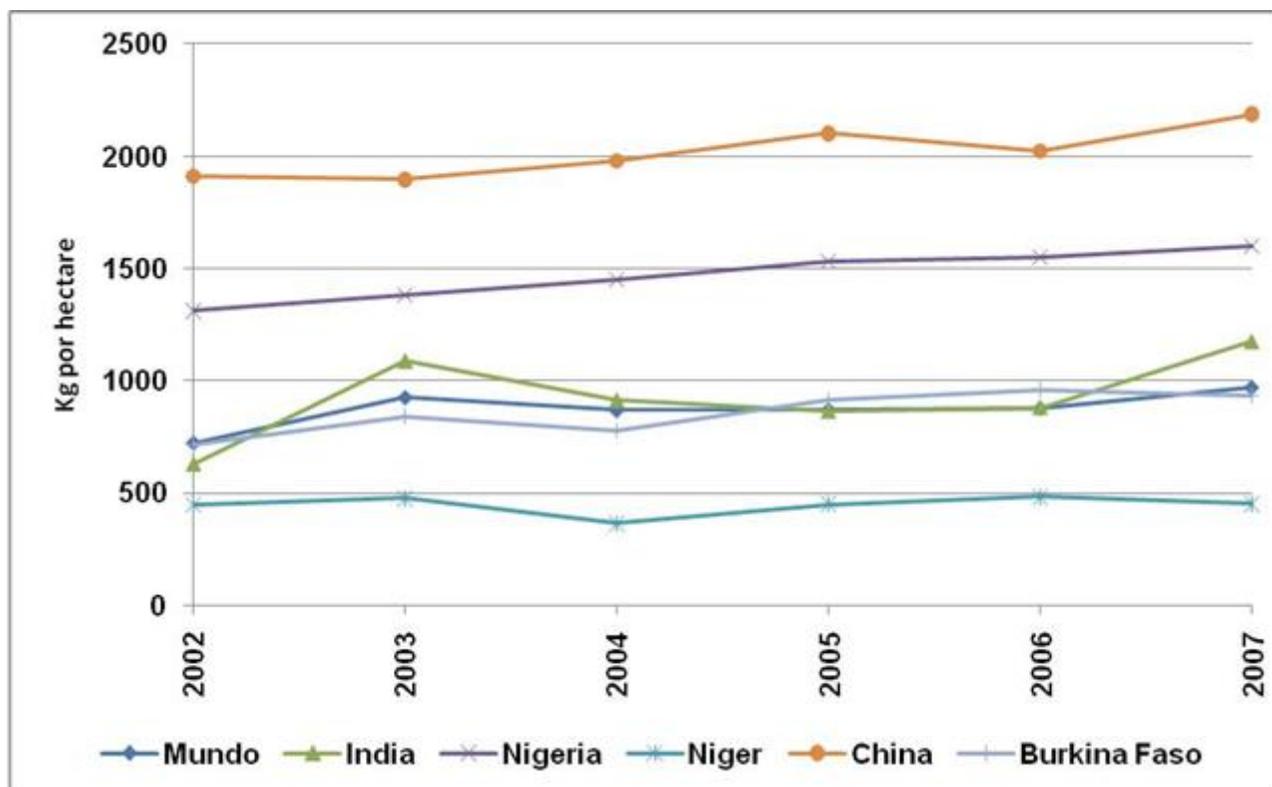
Fonte: FAO, 2009.

Como reflexo das condições ambientais onde é produzido, os rendimentos obtidos pelo milho são muito baixos (ao redor de 900 kg ha^{-1} como média mundial) quando comparados com a média registrada para os casos de outros cereais, como o milho e o sorgo. Além da situação ambiental, outro fato agravante é que a maioria dos agricultores nos principais países produtores é composta de agricultores pobres voltados para a subsistência, com pouco incentivo para o uso de qualquer tipo de insumo obtido fora da propriedade. Estes dois aspectos, em conjunto, reduzem as possibilidades de incremento da produtividade agrícola e a substituição de cultivares por outras com características superiores. Entretanto, o fato de se conseguir alguma produção nestas condições adversas é que torna o milho relevante para a agricultura destas regiões. Apesar disto, o crescimento da produtividade das lavouras, nestas condições, tem ocorrido de forma acelerada. Entre os principais produtores, notam-se algumas situações de expressivo desenvolvimento, como o verificado em Burkina Faso, na Nigéria e na Índia, onde tem sido possível um crescimento significativo dos rendimentos agrícolas obtidos nas lavouras de milho. Este progresso é resultado do esforço de pesquisa e difusão de novas tecnologias nestas regiões, assim como de melhorias do ambiente de comercialização da produção, que possibilita maior segurança aos agricultores na incorporação de novas práticas às suas lavouras (Tabela 2). Os rendimentos obtidos nos principais países produtores, no período de 2005 a 2007, estão na Figura 3.

Tabela 2. Rendimento mundial total dos 15 maiores produtores e dos cinco maiores países produtores (2001-2003) em Kg ha⁻¹.

País	2005	2006	2007	Média	Crescimento (%) 2002/04 - 2005/07
Mundo	30,94	31,79	33,95	32,23	9,23
15 maiores produtores	28,72	29,48	31,74	29,98	10,41
Índia	10,51	10,34	12,67	11,17	4,83
Nigéria	7,17	7,71	8,09	7,65	21,86
Niger	2,65	3,01	2,78	2,81	15,87
China	1,79	1,82	1,75	1,79	-9,68
Burkina Faso	1,20	1,18	1,10	1,16	11,51

Fonte: FAO, 2009.

**Figura 3.** Rendimento de milho (2002-2007), principais produtores e rendimento total dos 15 maiores produtores.

Fonte: FAO, 2009.

Mercados

Nos principais países produtores, o milheto é utilizado basicamente para a alimentação humana (Tabela 3). Dentre os maiores produtores, apenas na China e na Rússia este percentual cai para menos de 90% do total produzido. Nota-se uma divisão, como ocorre com o milho e o sorgo, do tipo de utilização em função do desenvolvimento econômico de cada país e da disponibilidade de produtos alternativos para consumo humano.

Nos países que usam o milheto na alimentação humana, a principal forma de utilização é como farinhas empregadas em diferentes tipos de preparações e de acordo com costumes locais. Alguns tipos de processamento incluem a utilização na elaboração de cerveja.

No caso de alimentação animal, o fato de possuir composição semelhante à de outros grãos forrageiros e apresentar baixo custo tem permitido a sua utilização na formulação de rações. Porém, a sua baixa disponibilidade e a incerteza quanto ao abastecimento constante dificultam a sua utilização de forma consistente. É relevante o uso de grãos de milheto na alimentação de pássaros, o que pode ser caracterizado como um “nicho” de mercado pelo seu tamanho, pela demanda de qualidade, pelos preços mais elevados e pela resistência a eventuais flutuações de abastecimento. Este mercado está localizado principalmente nos países desenvolvidos sendo, em parte, responsável pelo interesse em sua produção local.

Tabela 3. Utilização da produção de milheto nos principais países produtores (2001) em milhões de toneladas.

Países	Alimentação animal (milh. ton) 2003	Alimentação humana (milh. ton) 2003	Alimentação humana/produção (%)
Índia	0,2	12,6	99
Nigéria	0,3	4,5	94
Niger	0,1	1,9	94
China	0,8	1,0	55
Burkina Fasso	0,0	0,9	100
Rússia	0,6	0,2	25
Mali	0,0	0,7	100

Fonte: FAO, 2009.

O comércio mundial de milheto é reduzido devido à sua característica de consumo local nos principais países produtores e à pequena quantidade disponível para trocas. Os principais países exportadores são os Estados Unidos (principalmente “Proso millet”, utilizado como alimento para pássaros), Nigéria e China, enquanto os principais importadores são países da Comunidade Europeia, Coreia do Sul e Japão. Entretanto, o seu tamanho e sua característica de “mercado de especialidade” fazem com que a participação neste mercado seja restrita a especialistas com profundo conhecimento sobre seu funcionamento.

Milheto no Brasil

No Brasil, a rápida expansão do cultivo de milheto se deu principalmente na região do Cerrado. Atribui-se este fato à sua fácil instalação e à adaptação às condições desfavoráveis de cultivo, destacando-se: tolerância à seca, crescimento rápido e maior capacidade de ciclagem de nutrientes; alta produção de biomassa; boa adaptação a diferentes níveis de fertilidade; sistema radicular profundo e abundante; facilidade de mecanização; resistência a pragas e doenças; facilidade de produção de semente e aproveitamento para pecuária, decorrente da boa qualidade e da elevada produção de forragem. Com o crescimento da fronteira agrícola para o Cerrado e com expansão do sistema de semeadura direta, o cultivo do milheto também cresceu como planta de cobertura devido à sua rusticidade de adaptabilidade em locais de pouca fertilidade e com déficit hídrico por períodos longos. A cultura entrou no Brasil pelo estado do Rio Grande do Sul, expandindo por toda a região, onde o milheto está se tornando uma das principais forrageiras para formação de pastagens temporárias de primavera-verão, sendo utilizada para engorda de bovinos e para alimentação de vacas leiteiras. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, a cultura também tem múltiplos propósitos, como alimentação animal na forma de forragem, planta de cobertura e produção de grãos para ração. No Norte e Nordeste, principalmente, o seu uso predominante é como planta forrageira e, em algumas situações, também como planta de cobertura.

Vários estudos avaliaram o comportamento do milheto em rações para alimentação animal e não encontraram diferenças significativas entre este cereal e o milho e sorgo. Como existem indicadores de que o preço do grão de milheto é cerca de 40% inferior ao do grão de milho, a substituição do milho e do sorgo pelo milheto no preparo de rações para alimentação animal é viável em termos econômicos. Entretanto, devido à disponibilidade de grãos ser dependente de eventuais colheitas de plantios que foram efetuados principalmente para a produção de palha, o abastecimento é errático e de qualidade variável e atende principalmente a pequenos processadores ou empresas que detectaram esta oportunidade há algum tempo e criaram tradição no comércio. Por outro lado, o principal programa de melhoramento genético de milheto implantado no país, o da Sementes Adriana, conduziu o processo de seleção visando principalmente aspectos relacionados com características como grande produção de massa e qualidade como forragem, que favorecem o seu uso com o objetivo de produção de palhada e eventualmente como pasto para animais. Porém, este programa não contribuiu para o aumento do interesse dos produtores na colheita de eventuais produções de grãos. Sendo a palha um componente do sistema de produção, como um insumo, é de interesse dos produtores que esta seja produzida ao menor custo possível, derivando disto a baixa procura na aquisição de sementes ou a adoção de novas tecnologias no plantio.

Aparentemente, o futuro do milheto está ligado ao sistema de plantio direto, no Centro-Oeste, e à produção de forragem em pastos cultivados no Sul do Brasil. Nessa região, o crescente domínio dos sistemas de produção utilizados no plantio de segunda época de milho e de sorgo relega o milheto ao papel de produção de palha quando as lavouras com milho e sorgo nesta época constituírem um risco alto para ser assumido pelos produtores, seja por ter sido ultrapassada a data limite para a implantação destas lavouras, seja por falta de condições climáticas mínimas para o plantio em sucessão à soja em determinada região. Programas de melhoramento direcionados para o aumento da produção de grãos podem mudar um pouco este quadro. Deve-se atentar que o alto grau de risco envolvido nos plantios nestas condições normalmente implica em reduzido uso de insumos adquiridos fora da propriedade e isto inclui o preço de sementes.

O custo de realização de um plantio de milheto depende de sua finalidade. No caso em que o objetivo for a produção de palha em sistemas de plantio direto, os custos referem-se apenas ao valor da semente mais o custo da distribuição a lanco e da incorporação por uma gradagem leve nos sistemas menos tecnificados. Como esta forma de plantio interfere nos princípios de não movimentação do solo, inerentes ao sistema de plantio direto, existem recomendações de que o plantio seja feito por meio de semeadoras ou por outras técnicas que não impliquem na movimentação do solo. No caso de plantios para produção de forragem, normalmente são incorporados ao custo os valores referentes a sementes e fertilizantes, além das operações de plantio com semeadoras e colheita por ensiladoras. Como os sistemas variam consideravelmente, para cada situação, poderá ser gerado um custo de produção diferente.

No caso específico da realização da colheita de grãos, aproveitando-se a eventual produção de plantios com a finalidade de produção de palha, há de se considerar que o grão de milheto tem sido comercializado por um valor ao redor de 60% do grão de milho. Neste caso, considerando-se o custo de operação da colhedeira e outros custos de transporte para o local de entrega da produção, deverão ser tomados cuidados com relação à quantidade potencial de grãos a serem colhidos, de tal forma que esta operação seja economicamente compensatória.

Um mercado potencial que pode ser desenvolvido é o de alimentos (geralmente mistura de grãos de diferentes espécies vegetais) para pássaros, cujos produtos utilizados são em sua maioria importados. Deve-se considerar, entretanto, que este mercado é muito especializado, os produtos utilizados são de alto padrão de qualidade e a mistura com outros grãos é feita por um número restrito de distribuidores.

Autores deste tópico: Jason de Oliveira Duarte, Joao Carlos Garcia

Cultivares

No Brasil, existe demanda por cultivares de milheto para produção de grãos, forragem e biomassa e adaptados aos diversos sistemas de produção em uso. É necessário, para cobertura de solo, que a planta tenha bom rendimento de massa e que a mesma seja durável em relação à sua decomposição, à capacidade de extração de nutrientes e à insensibilidade ao fotoperiodismo. Para forragem, há demanda por cultivares adaptados para pastejo, corte verde, silagem e feno, sendo que o segmento de grãos demanda cultivares de alta produtividade e qualidade, porte baixo, precoces, uniformes e com grãos com alto nível de sanidade, textura de endosperma e cor compatíveis com as exigências de mercado.

As cultivares existentes atualmente no mercado são em número reduzido e, na maioria das vezes, provenientes de outros países e de polinização aberta.

COMUM: A Secretaria da Agricultura e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no final dos anos 60, iniciaram um trabalho com milheto em que foram introduzidos diversos materiais da Georgia, USA, avaliados junto com uma variedade local denominada comum. Esta variedade foi introduzida por um padre italiano, no início dos anos 60, e por isto ficou conhecida também como pasto italiano, que apresenta porte entre 1 m e 1,60m, desenvolvimento desuniforme e panículas de tamanho variado de 12 cm a 25 cm. Esta variedade é somente utilizada para cobertura do solo em áreas de plantio direto. Apresenta média de 13,9% de proteína bruta e 60,18% de digestibilidade in vitro.

IPA-BULK 1: Variedade desenvolvida pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária e pela Universidade Federal de Pernambuco, lançada em 1977. Desenvolvida com aptidão para produção de forragem na mesorregião do Agreste de Pernambuco, a variedade foi avaliada em Chapada do Araripe e em Serra Talhada, em dois espaçamentos (1 e 0,50m), apresentou altura de plantas variando de 1,8 a 2,33m e produção de grãos variando de 710 a 1.510 kg.ha⁻¹.

SYNTHETIC-1: Variedade desenvolvida pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária e pela Universidade Federal de Pernambuco. Composto adaptado para produção de grãos no sertão de Pernambuco. Essa cultivar foi avaliada em Chapada do Araripe e Serra Talhada em dois espaçamentos (1 e 0,50m), apresentou altura de plantas variando de 1,28 a 1,35m e produção de grãos variando de 950 a 1.650kg.ha⁻¹.

BN-1 e BN-2: Em Bandeirantes-MS, em 1981 iniciou-se um trabalho de seleção massal fenotípica com o intuito de melhorar características em cultivares locais, resultando no lançamento de duas variedades (em 1986, a variedade BN-1 e em 1991 a variedade BN-2).

BN-1: A variedade apresenta porte de 1,7 a 2,3m, com desenvolvimento muito uniforme e panículas grandes (50cm ou mais).

BN-2: Variedade sintética oriunda de diversas introduções da África. Tem ciclo tardio, hábito ereto, porte de 1,4 a 2,2m, panícula grande (20 a 35cm), boa produção de sementes, grande perfilhamento e apresenta boa tolerância à acidez de solo. A produção média é de 45t.ha⁻¹ de massa verde quando semeada em fevereiro e, quando semeada em março, produz cerca de 37t.ha⁻¹ de massa verde. É muito sensível ao carvão. O pastejo ocorre aos 45-50

dias após emergência, sendo também indicada para plantios tardios ou safrinha. A Tabela 1 mostra a análise química e bromatológica da variedade descrita.

Tabela 1. Análise química e bromatológica da variedade BN-2.

Constituintes	Folha	Colmo
Matéria seca(%)	95,30	95,50
Matéria orgânica(%)	87,70	88,20
Nitrogênio(%)	3,42	1,42
Proteína bruta (%)	21,40	8,90
FDN (%)	62,50	67,90
Digestibilidade in situ (%)	71,50	62,00
Cálcio (%)	0,53	0,13
Magnésio (%)	0,49	0,42
Fósforo (%)	0,267	0,214
Potássio (%)	3,18	3,11
Enxofre (%)	0,189	0,145
Sódio (ppm)	70,00	49,00
Ferro (ppm)	376,00	99,20
Manganês (ppm)	98,50	56,70
Zinco (ppm)	26,60	33,80
Cobre (ppm)	15,60	5,70

Fonte: Bonamigo (1999).

BRS 1501: A Embrapa Milho e Sorgo, em 1999, lançou esta variedade, adaptada para produção de massa em sistemas de plantio direto. Adapta-se muito bem às condições que oferecem riscos de déficit hídrico e apresenta bom potencial de produção de grãos. É uma variedade de polinização aberta, originada por seleção massal de uma população americana. Possui ciclo médio, boa capacidade de perfilhamento e tem mostrado boa recuperação na rebrota (Tabela 2).

Tabela 2. Características da Variedade BRS 1501.

Florescimento	50 dias
Altura média de plantas	180 cm
Panícula	
Forma	em forma de vela
Tipo	compacta a semcompacta;
Tamanho	30 a 50 cm, com a presença de pequenas aristas

Grãos	
Forma	obovalada
Cor	cinza
Endosperma	parcialmente duro
Capacidade de perfilhamento	Boa
Produção de massa verde	40 t.ha ⁻¹ no emborrachamento
Produção de grãos	2,5t.ha ⁻¹
Mateira seca (na fase de enchimento de grãos)	15-20%
Teor de proteína no grão	12%
Regiões de recomendação	Sudeste, Centro-Oeste e Sul

Fonte: Pereira Filho et al. (2003).

ENA 1: Criada pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro a partir de três cultivares de origem africana (Souna III, HKP e Guerguera). Foi feita a seleção de genótipos visando à produção de palha e de grãos em solos de baixo teor de matéria orgânica, sem aplicação de fertilizantes e sem irrigação, obtendo-se, na quarta geração, a variedade. Em plantios efetuados na UFRRJ, sem adubação e na estação das águas, apresentou plantas de 2,6m de altura, espiguetas de 0,47m, ciclo de 82 dias com espiguetas visíveis aos 52 dias após o plantio, 32t.ha⁻¹ de massa verde na floração, 7ton/ha de massa seca e 2,6toni/ha de grãos na maturação fisiológica. No plantio das secas, nas mesmas condições, apresentou plantas de 1,96m de altura, panículas de 0,50m, ciclo de 76 dias com panícula visível aos 46 dias após o plantio, 11,3t.ha⁻¹ de massa verde na floração, 2,1t.ha⁻¹ de massa seca e 8,1t.ha⁻¹ de grãos na maturação fisiológica. É sensível à ferrugem (*Puccinia substriata*).

ADR 300 e ADR 500: O programa de melhoramento executado pela Sementes Adriana e Bonamigo Melhoramentos disponibilizou para o mercado estas duas variedades que, segundo o folheto divulgado, apresentam porte mais adequado e uniforme, maior resistência às doenças, principalmente à ferrugem, ciclos diferentes, grande produção de grãos e de massa verde. Os dois cultivares estão sendo recomendados para produção de massa e grãos, sendo que ADR 300 apresenta ciclo precoce e ADR 500 ciclo tardio (Tabela 3).

Tabela 3. Características técnicas dos cultivares ADR 300 e ADR 500.

Características	ADR 300	ADR 500
Altura média de plantas	189-230 cm	192-265 cm
Florescimento	45-50 dias	53-58 dias
Ciclo até colheita	92 dias	100 dias
Forma de panícula	de vela	de vela
Tipo de panícula	compacto	compacto
Tamanho da panícula	25 cm (media)	28 cm (media)
Grãos	Boa qualidade	Boa qualidade
Capacidade de perfilhamento	Média	Muito boa
Massa verde(ponto dessecação)	22 t.ha ⁻¹ (plantio de inverno) 41t.ha ⁻¹ (plantio de primavera)	30 t.ha ⁻¹ (plantio de inverno) 29 t.ha ⁻¹ (plantio de primavera)
Massa verde (3 cortes)	52 t.ha ⁻¹	29 t.ha ⁻¹

Produtividade de grãos	2.300 kg.ha ⁻¹	1.500 kg.ha ⁻¹
Peso médio de 1000 sementes	8,4 g	8,1 g
Reação às doenças	Muito boa sanidade	Ótima sanidade
Região de adaptação	Todo o Brasil	Todo o Brasil
Características diferenciadoras	Ótimo colmo	Muito boa tolerância à ferrugem
	Difícil acamar	Ciclo mais longo
	Grande produção de grãos	Muito bom perfilhamento

Fonte: Pereira Filho et al. (2003).

ADR7010: É um híbrido de milheto, lançamento exclusivo da Sementes Adriana. Seus principais benefícios são o alto potencial genético para produção de grãos e massa e o baixo custo de implantação. Por isso, é também conhecido por duplo propósito: por produzir grãos e deixar boa palhada (Tabela 4). Suas características foram desenvolvidas especialmente para atender o setor de indústrias de rações, com produção entre 30 e 40 sacas de grãos por hectare, representando um ganho de 30% em relação às variedades ADR 300 e ADR 500. Mas, pela grande formação de palhada, também é muito utilizado para a silagem e para forrageira. Em 2007, a empresa lançou o híbrido ADR 7010, o primeiro do Brasil, também chamado de Super Grão, pois tem como finalidade a produção de grãos para indústria de ração. As Sementes Adriana lançaram, posteriormente, mais dois híbridos, os ADRs 7020 e 8010. O primeiro, ADR 7020, tem duplo propósito, pode ser cultivado tanto para a produção de palha, como para grãos. Tem florescimento médio de 52 dias e ciclo de 100, é resistente ao acamamento e moderadamente resistente à ferrugem; produz de 30 a 45 sacos por hectare e de 5 a 8 toneladas de palha. O ADR 8010 é granífero, de porte médio, com ciclo médio de 95 dias, resistente ao acamamento e com produção média de 30 a 45 sacos/ha. Apesar de produzir de 4 a 6 toneladas ha⁻¹ de matéria seca, podendo ser utilizado para plantio direto, o propósito dessa cultivar é a produção de grãos. O ADR 7020, assim como o seu antecessor, ADR 7010, produz palhada de alta qualidade e disponibiliza muitos nutrientes à cultura subsequente, que será plantada posteriormente ao milheto. O sistema radicular profundo possibilita a reciclagem de nutrientes dispersos no solo e favorece o acúmulo de substâncias, como cálcio, potássio e nitrogênio, na camada superior

Dados recentes de pesquisas comprovam a eficiência da cultivar ADR 300 (SuperMassa) no combate aos nematoides de galha (*Meloidogyne incógnita* e *Meloidogyne javanica*), *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis*.

Tabela 4. Características técnicas da cultivar ADR 7010, híbrido intervarietal de duplo propósito.

Características Técnicas	ADR7010
Florescimento	55 dias
Ciclo	100 dias
Altura	2,00 m
Tamanho da panícula	28 cm
Acamamento	moderadamente resistente
Resistência à ferrugem	moderadamente resistente
Produtividade de grãos a campo	30 a 40 sc ha ⁻¹
Produtividade de palhada (massa seca)	5 a 8 t ha ⁻¹

Fonte: www.interural.com. Acessado em 13 setembro de 2011.

ANM 17: É uma variedade milheto, produzido pela Agro Norte Pesquisa e Sementes, possui um ótimo perfilhamento, boa tolerância a doenças e permite vários corte. A variedade, conhecida como "aveia de verão", é usada para alimentação de vacas leiteiras nos meses mais quentes do ano. O material é semeado no final do inverno, ou seja, a partir da segunda quinzena de setembro logo que as temperaturas do solo começam a aumentar e o risco de geadas se torna menor. "Nos primeiros períodos de semeadura sua germinação e crescimento são um pouco lentos, devido à temperatura do solo ainda estar baixa, fator que se normaliza nos próximos meses".

Normalmente, são gastos 20 quilos de sementes por hectare, dependendo da forma como for feita a semeadura. A principal vantagem do ANM 17 é sua alta produção de massa verde, desenvolvimento rápido e agressivo. "Esse fator permite que sejam feitos no produto, vários cortes pelos animais, desde que as vacas leiteiras sejam manejadas em piquetes rotacionados". O primeiro pastejo deve ser feito quando o milheto atinge a altura do joelho, o equivalente a cerca de 50 centímetros de altura, o que ocorre entre 35 e 45 dias. "Normalmente, o repouso para reentrada dos animais ocorre de duas a três semanas, dependendo das condições físicas e químicas, ou seja, da fertilidade do solo". Além da cultivar descrita anteriormente, a Agro Norte Pesquisas e Sementes desenvolveu também as cultivares ANSB Milheto MC e ANM 30, cujas características técnicas estão apresentadas na tabela 5.

Tabela 5. Características técnicas das cultivares ANSB Milheto MC, ANM 17 e ANM 30.

Características	ANSB Milheto MC	ANM 17	ANM 30
Altura da planta (m)	1,97	2,18 – 2,94	1,83 – 2,42
Diâmetro do colmo (mm)	8,12	8,85	9,99
Capac. de perfilhamento	Baixa	Alta	Média
Sucep. ao acamamento	Baixa	Baixa	Baixa
Folha comp. lamina (cm)	65	63	69
Folha larg. lamina (cm)	3,34	3,23	3,53
Panícula diâmetro (cm)	28,2	34,9	39,4
Ciclo: emerg. ao floresc.	43 dias	51 dias	45 dias
Grão: peso hectolitro	8,38	9,81	9,15
Massa verde ponto dessec	36,75 t ha ⁻¹	42,59 t ha ⁻¹	42,50 t ha ⁻¹
Grãos	Boa qualidade	Boa qualidade	Boa qualidade
Pot. produtivo (kg ha ⁻¹)	2264 - 3484	783 - 1472	772 - 1750
Adaptação regional	Todo Brasil	Todo Brasil	Todo Brasil
Matéria seca (t ha ⁻¹)	8.750	18.122	16.800

Fonte: www.agronorte.com.br acessado em 13 setembro de 2011.

No ano de 2013, foi lançada no mercado de sementes a variedade de milheto "BRS 1503" (foto abaixo), sendo adaptada para produção de massa em sistemas de plantio direto, com bom potencial de produção de grãos. A produtividade de grãos é de 2,5 t/ha. Apresenta também boa capacidade de perfilhamento, com crescimento rápido e alta produção de biomassa, com sistema radicular profundo e abundante, promove a ciclagem de nutrientes para a camada mais superficial do solo. A cultivar apresenta baixa capacidade de reprodução das principais espécies de nematoides. Esta tecnológica foi desenvolvida pela Embrapa em parceria com outras instituições.

Foto: Jane Rodrigues de Assis Machado



Figura. 1 Lavoura de milheto no estágio reprodutivo.

Autores deste tópico:Israel Alexandre Pereira Filho, Jose Avelino Santos Rodrigues

Plantio

A implantação da cultura

A cultura do milheto é de fácil instalação e requer poucos insumos, pois a planta tem um sistema radicular profundo e vigoroso, o que a torna eficiente no uso de água e nutrientes. É cultivado e adaptado praticamente em todas as regiões agrícolas brasileiras, como planta forrageira, produtora de grãos para fabricar ração, como planta de cobertura do solo em sistema de plantio direto, na renovação de pastagens degradadas, na produção de biomassa para biocombustível, através de bioenzimas especiais, além de alternativa na alimentação humana para pequenos produtores de regiões menos favorecidas do Brasil. Em sistemas intensivos de cultivo, quando comparado com as culturas do milho e do sorgo, o milheto se destaca por suas características de alta produção e boa qualidade alcançadas nos períodos mais quentes do ano. E, como planta forrageira, tem a vantagem de ser muito apreciada pelo gado, já que, além de ser nutritiva, não possui fatores antinutricionais como os cianogênicos.

Preparo da área para o plantio

O solo estará em condições de preparo para o semeio logo em seguida às primeiras chuvas ou, se o produtor trabalhar com agricultura irrigada, após ele promover uma irrigação rápida com a finalidade de amolecer o solo para semeadura do milheto, com vistas à formação de cobertura morta para a semeadura direta da cultura principal. O clima e o solo da região de semeadura têm grande influência no processo de oferecer boas condições de germinação das sementes. Em algumas situações de solos mais pesados e duros, é aconselhável se fazer uma aração, mas se o solo for leve e estiver com um teor de umidade, uma gradagem leve sem quebrar totalmente a estrutura é boa para o arejamento e ajuda no controle de plantas daninhas, além de ajudar a promover um bom índice de germinação das sementes.

Época de semeadura

A época de semeadura está em função da finalidade do uso da cultura. Para cobertura do solo no plantio direto, pode-se realizar a semeadura, como safrinha, após a colheita do milho ou da soja, no período que vai do final de janeiro até meados de abril. Nesta situação, plantios efetuados mais cedo produzem mais massa e mais grãos; já plantios tardios produzem menos massa e pouco grão. Outra opção de plantio para produção de massa seca para cobertura do solo compreende o período que vai de agosto a setembro, antes da semeadura do milho ou da soja em novembro, época na qual se faz a dessecação do milheto.

O milheto pode produzir sem adubação e, dependendo da época de plantio, produz de 20 a 70ton/ha de matéria verde. É importante que o produtor estabeleça um calendário de semeadura, dentro das épocas estabelecidas, para que a cultura principal não seja prejudicada em função do manejo do milheto.

Como a época de semeadura do milheto é bastante ampla, devido à sua rusticidade e à sua grande capacidade de utilização, o cultivo pode se estender de agosto a maio, conforme consta na Tabela 1. No entanto, as sementes exigem boas condições de umidade e temperatura de solo, variando entre 18 °C e 24 °C, necessárias para uma boa germinação.

Tabela 1. Época de semeadura da cultura do milheto segundo a finalidade de uso.

Finalidade de uso	Época de semeadura
Formação de pastagem	Setembro a Dezembro
Cobertura so solo	Agosto a Dezembro
Safrinha	Após a colheita da cultura principal
Sobressemeio	Maturação fisiológica completa dos grãos da soja

Fonte: <http://www.cnpms.embrapa.br/perguntas/milheto2.html>

É recomendado também o plantio do milheto no oeste do Estado de São Paulo, no Triângulo Mineiro, no sul de Goiás, no sul de Mato Grosso e centro-norte de Mato Grosso do Sul, no outono, logo após a colheita da safra de verão, visando à umidade do solo proveniente das últimas chuvas, o que favorece o estabelecimento da cultura mais rapidamente. No sul do Mato Grosso do Sul e no Paraná, recomenda-se o plantio na primavera. Nas condições da região sul, pode ser arriscado o cultivo no outono e inverno devido à ocorrência de geadas.

Em função da época de semeadura (outono – primavera), pode-se conseguir até 5 t ha⁻¹ de matéria seca com menos de 60 dias, mas à medida que a semeadura atrasar menor será a produção de biomassa seca.

Métodos de semeadura

O milheto pode ser semeado a lanço ou em sulco. O plantio a lanço pode ser em área sem cultura instalada ou em área cultivada com cultura em fase de colheita (sobressemeadura). Nestas condições, a semeadura a lanço pode ser feita manualmente, com equipamento aplicador de calcário ou por avião. A sobressemeadura, normalmente, é feita na cultura de soja quando esta se encontra no ponto de amarelecimento das folhas e dos grãos na maturidade fisiológica completa. Este mesmo princípio é utilizado para outras culturas. O uso de uma grade leve em área não cultivada, sem chuvas, ajuda a semente a aderir ao solo e a induzir o processo de germinação, além de garantir uma boa germinação. A semeadura em sulco é mais utilizada para produção de sementes, grãos e forragem. Mais recentemente, o milheteo tem sido semeado em consórcio com várias espécies de capim, na integração lavoura-pecuária, ou ainda para produção de silagem.

Espaçamento, densidade de semeadura e quantidade de sementes

Devido às diversas finalidades a que se aplica a planta de milheto, a quantidade de semente a ser plantada, o espaçamento e a quantidade de semente por hectare são variáveis, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Espaçamento quantidade de sementes e densidade de semeadura segundo a finalidade de uso para o qual é cultivado.

Quanto à sua finalidade	Quantidade de sementes (kg.ha ⁻¹)	Espaçamento entre linhas (cm)	Densidade de semeadura (plantas.ha ⁻¹)
Produção de sementes	8 a 12	40	150.000
Produção de grãos	8 a 12	40	150.000

Produção de forragem	15 a 20	70	180.000
Formação de pastagens	15 a 20	15 a 35	200.000
Plantio para a cobertura de solo	15 a 40	15 a 25	250.000
Plantio sem sobressemeadura	20 a 40	A lanço	-----
Reforma de pasto	20 a 25	A lanço	-----

Fonte: Scaléa (1998), Maciel e Tabosa (1982) e Pitol et al (1997).

Para se fazer uma estimativa de gasto de semente por hectare, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$A = \frac{a \times b \times c}{10.000 (1 \text{ ha})}$$

Onde:

A = Quantidade de sementes a determinar (kg.ha⁻¹).

a = Número de sementes por metro linear.

b = Número de fileiras em um hectare.

c = Peso.

Exemplo de como encontrar a quantidade de semente:

a = 60 sementes por metro linear

b = 250 fileiras – espaçamento de 40cm entre linhas

c = 8 g – peso de 1000 sementes

$$A = \frac{60 \text{ sementes} \times 250 \text{ linhas} \times 8 \text{ g}}{10.000 (1 \text{ ha})}$$

A = 12 kg de sementes por hectare

Em relação à estimativa da densidade de semente por hectare, utiliza-se a mesma fórmula usada para o cálculo da quantidade de semente por área:

$$A = \frac{a \times b \times c}{10.000 (1 \text{ ha})}$$

Onde:

- A** = Densidade de semeadura por hectare.
- a** = Número de plantas por metro linear.
- b** = Número de fileiras por hectare.
- c** = Comprimento da fileira.

Exemplo de como determinar a densidade de semeadura por hectare.

- a** = 10 plantas por metro linear
- b** = 250 linhas de fileiras por hectare
- c** = 100 metros de fila

$$A = \frac{20 \times 250 \times 100}{10.000 (1 \text{ ha})}$$

A = 250.000 plantas por hectare

Profundidade de semeadura

A profundidade de plantio é um fator de relevada importância para o milheto devido ao pequeno tamanho da semente. Quando semeado em sulco, deve-se levar em conta o tipo de solo. Em solo arenoso, a semente deve ser colocada um pouco mais profunda para entrar em contato com a umidade. Em solo argiloso, o plantio deve ser em menor profundidade devido ao fato de a água estar mais superficial. O solo deve ser bem preparado e livre da presença de torrões, que prejudicam a emergência de plântulas. Levando-se em conta as características do tipo de solo e do tamanho da semente, o milheto deve ser semeado a profundidades que variam de 2 cm a 4 cm.

Autores deste tópico: Israel Alexandre Pereira Filho, Jose Carlos Cruz, Manoel Ricardo de Albuquerque Filho

Plantas daninhas

O manejo de plantas daninhas na cultura do milheto dispõe de alternativas mais diminutas quando comparado a outras culturas, uma vez que esse cereal demonstra ainda ocupação atônica no panorama agrícola brasileiro.

A alta susceptibilidade da planta a agentes herbicidas, em especial aos graminicidas, como também a indisponibilidade de produtos específicos no mercado, consolidam entraves ao controle químico de plantas daninhas nessa cultura.

No Brasil, ainda não existem herbicidas específicos indicados para a cultura do milheto, com exceção para o herbicida 2,4D de propriedade da empresa Prentiss Química Ltda, que está registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento apenas para o controle de *Ipomoea grandifolia* nesta

cultura. Isso se deve ao fato de a cultura do milho ser pouco utilizada no cenário agrícola brasileiro, necessitando, portanto, ser mais estudada em todos os aspectos, inclusive no tocante ao controle de plantas daninhas. O período crítico de competição do milho vai até 30 dias após a emergência das plantas, podendo o mesmo se estender por até 7 semanas, dependendo das condições ambientais e da cultivar. Quando não houve o controle das plantas daninhas, estas reduziram a produtividade de grãos em até 90% (Figura 1).

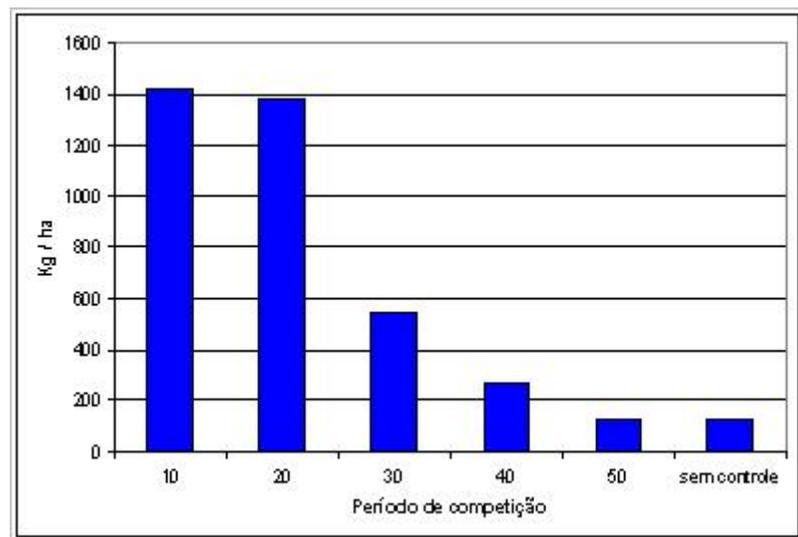


Figura 1. Efeito de períodos de convivência de plantas daninhas com a cultura do milho.

Fonte: Adaptado de Krihnamoorthy, (1983).

Estudos nos quais foram empregados herbicidas da família química Triazine apontaram o milho como tolerante apenas a atrazine, sob meia dose recomendada para a cultura do milho. O trabalho conduzido por Bogs et al. (1995), também com atrazine ($1,12\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em Nebraska, EUA, em que foram avaliadas diferentes épocas de plantio e espaçamento mostrou maior obtenção de rendimentos no arranjo entre plantio precoce e redução de espaçamento (61cm). Não foi observada distinção de produtividade entre tratamentos envolvendo o método mecânico e o químico com o ingrediente atrazine.

Em ensaios com os herbicidas atrazine, pendimethalin, metolachlor e propachlor nos estados Geórgia e Flórida, nos Estados Unidos, foi averiguado que os herbicidas atrazine e pendimethalin ocasionaram menores prejuízos ao milho do que metolachlor e propachlor. O herbicida atrazine foi administrado na dose $2,24\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, em pós-emergência, no estágio (V2) de duas a três folhas, proporcionando controle satisfatório de espécies dicotiledôneas e comedido de monocotiledôneas. Sintomas de toxidez nas plantas de milho foram visualizados, todavia sem comprometimento da produção de grãos. Estudos semelhantes comprovam a utilização de atrazine e propazine incorporados ou em pós-emergência como não danosos às plantas de milho, enquanto as moléculas pré-emergentes alachlor, EPTC e trifluralin, aplicadas em superfície ou incorporadas, reduziram o estande de milho em até 40%.

O herbicida 2,4-D apresenta potencialidade no controle de plantas espontâneas do milho, uma vez que apresenta eficiência – redução de espécies latifoliadas – e baixo custo em pós-emergência. Há relatos de estudos comprovando que a produção de grãos de plantas de milho não sofre afecção conforme doses ou épocas de aplicação do 2,4-D, embora ocorra redução da biomassa verde da parte aérea com o aumento da dose de 2,4D utilizada

(Figura 2). Entretanto, em estudos comparativos foi constatada intoxicação residual e direta em gramíneas cultivadas resultantes da aplicação desse ingrediente, pré ou pós-emergente.

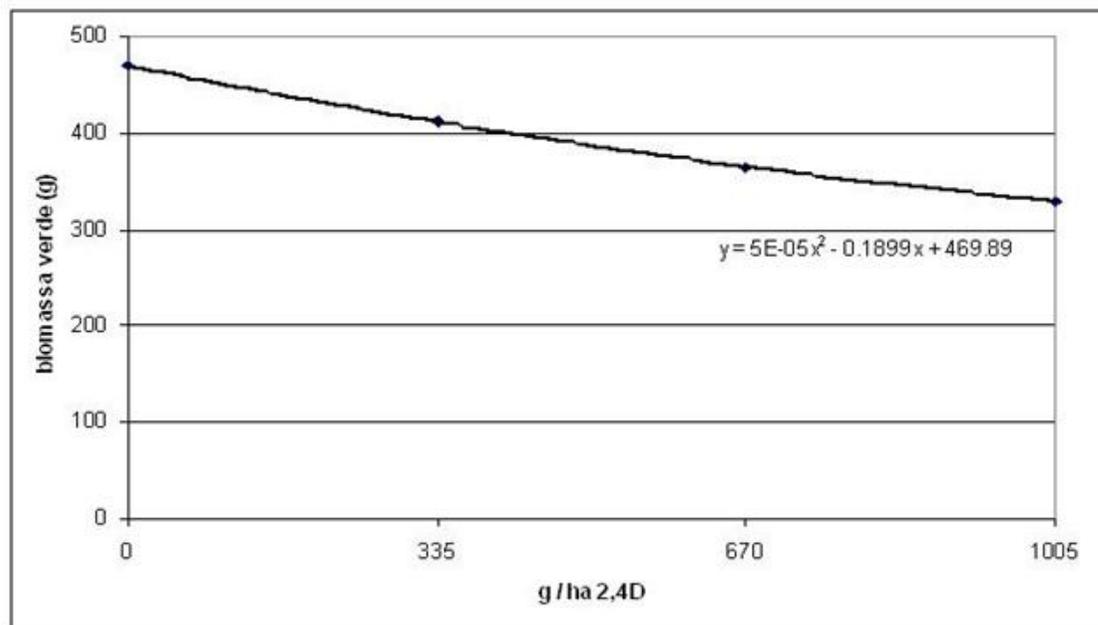


Figura 2. Biomassa verde da parte aérea de plantas de milho avaliadas no ponto de rolagem.

Fonte: Adaptado de Pacheco et al. (2007).

Uma boa alternativa para o controle de plantas daninhas na cultura do milho é trabalhar em sistema de plantio direto, em que a dessecação poderá ser uma grande aliada no manejo das invasoras. A utilização de herbicidas à base de glyphosate e paraquat em períodos anteriores ao plantio tem contribuído para uma menor incidência de plantas daninhas nas lavouras. A dessecação realizada muito antes do plantio poderá ocasionar no plantio rebrotas ou mesmo um novo fluxo de emergência destas plantas. Quando isto ocorrer, pode-se realizar uma aplicação de paraquat antes do plantio ou logo após o plantio para eliminação das plantas presentes.

Autores deste tópico: Decio Karam, Maurilio Fernandes de Oliveira

Doenças

Ergot (*Claviceps fusiformis* Loveless)

Importância e distribuição

O ergot é uma doença que ocorre em praticamente todas as regiões onde o milheto é cultivado. As perdas da produção ocorrem em decorrência da exsudação de substância açucarada e pegajosa oriunda de flores doentes que aderem aos grãos, dificultando a colheita e dando um mau aspecto ao produto.

Sintomas

O patógeno coloniza todo o ovário das flores e, externamente, ocorre a exsudação de um líquido açucarado e pegajoso de coloração creme a rosada contendo os conídios do patógeno (Figura 1).

Epidemiologia

O fungo *C. fusiformis* é capaz de infectar e se desenvolver apenas em ovário não-fertilizado. A ocorrência da doença é favorecida quando ocorre a coincidência de temperaturas amenas e alta umidade relativa na fase de florescimento. As condições ambientais que desfavorecem a polinização e a fecundação (temperaturas baixas) favorecem a ocorrência da doença.

Controle

O manejo do ergot do milheto deve incluir uma série de práticas que favoreçam uma boa polinização, como: plantio de híbridos e/ou variedades bem adaptados às regiões de cultivo e que sejam bons produtores de pólen; planejamento dos plantios para que a época do florescimento não coincida com períodos de baixas temperaturas (14 °C a 18 °C); em campos de produção de sementes, são necessários a aplicação de fungicidas e o planejamento do plantio visando à coincidência do período de florescimento entre plantas fêmeas e machos estéreis.

Foto: V.R.Prakash.



Figura 1. Ergot do milheto (*Claviceps fusiformis*).

Míldio (*Sclerospora graminicola* sacc. Schroet)

Importância e distribuição

O míldio ocorre em praticamente todas as regiões do mundo onde o milheto é cultivado. A doença merece ainda destaque pelo fato de as plantas com infecção sistêmica praticamente não produzirem grãos.

Sintomas

As folhas de plantas infectadas tornam-se cloróticas ou amareladas. Em condições de alta umidade, ocorre a produção de grande quantidade de esporângios, tornando a superfície da folha esbranquiçada. Quando a infecção ocorre em plântulas, pode acontecer a sua morte antes dos 30 dias de idade. A infecção dos meristemas resulta na deformação da inflorescência e as estruturas florais adquirem aspecto de pequenas folhas (Figura 2).

Epidemiologia

A multiplicação, a disseminação e a sobrevivência do míldio do milheto ocorrem com a produção de dois tipos de esporos por *S. graminicola*: esporângios e oósporos. A produção de esporângios ocorre em condições de alta umidade (acima 95%) e com temperaturas entre 10 °C e 30 °C (ótimo 20 °C). Os esporângios são transportados para longas distâncias pelo vento. A produção de oósporos ocorre a partir das infecções sistêmicas, são produzidos internamente nos tecidos e liberados quando ocorrem a necrose e a ruptura dos tecidos. O patógeno pode ser disperso com os oósporos aderidos à superfície das sementes ou internamente como micélio nos tecidos embrionários.

Controle

As principais medidas de manejo do míldio do milheto são o plantio de cultivares resistentes e o tratamento de sementes com produtos à base de metalaxyl. Práticas como eliminação ou enterrio de restos de cultura e eliminação de plantas doentes auxiliam no manejo da doença, reduzindo o potencial de inóculo.

Foto: MJ Jeger / Plant Pathology 47: 544-569. 1998.



Figura 2. Sintomas míldio localizado (A) e sistêmico (B) do milheto.

Ferrugem (*Puccinia substriata* var. *penicillariae*)

Importância e distribuição

A ferrugem é considerada uma das mais importantes doenças da cultura do milheto no Brasil. Foi inicialmente identificada na região do Distrito Federal no ano de 1997 e, atualmente, encontra-se amplamente disseminada, com maior severidade nas áreas de plantio da região central do Brasil. Os danos causados pela ferrugem podem resultar em perdas superiores a 70% na produção de grãos e afetam significativamente a qualidade de forragens. Embora a ferrugem possa atacar as plantas em qualquer estágio durante o ciclo da cultura, os sintomas e, conseqüentemente, as perdas são mais severos quando as infecções ocorrem nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura.

Sintomas

Os sintomas da doença aparecem inicialmente nas folhas próximas ao solo, em forma de pequenas manchas de coloração avermelhada. Essas manchas se desenvolvem, formando pústulas de até 3 mm e de aspecto ferruginoso. A epiderme sobre as pústulas se rompe, liberando uma massa de uredósporos de cor avermelhada (Figura 3).

Epidemiologia

Temperaturas na faixa de 17 °C a 20 °C, elevada umidade relativa do ar e longos períodos de molhamento foliar são considerados como condições ótimas para o desenvolvimento da ferrugem. No entanto, a ocorrência de curtos períodos de condições climáticas favoráveis é suficiente para permitir a ocorrência de elevada severidade dessa doença, como tem sido observado em regiões áridas onde esta cultura tem sido cultivada.

Controle

A principal estratégia de manejo dessa doença consiste na utilização de cultivares resistentes. Em locais onde a doença ocorre em elevada severidade, recomenda-se a realização do plantio em época desfavorável ao desenvolvimento da doença. Não existem fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle da ferrugem do milheto.

Foto: Carlos Roberto Casela



Figura 3. Ferrugem do Milheto (*Puccinia substriata* var. *penicillariae*).

Mancha foliar de Pyricularia (*Pyricularia grisea* Sacc.)

Importância e distribuição

O fungo *P. grisea* é um dos principais patógenos causadores de queima foliar na cultura do milheto no Brasil. Identificada inicialmente nos Estados Unidos, na década de 60, essa doença foi detectada pela primeira vez no Brasil no ano de 1998 na região do Distrito Federal. Sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença, as perdas na produtividade podem ser superiores a 50% em genótipos suscetíveis.

Sintomas

Os sintomas iniciais da Mancha de Pyricularia são caracterizados pelo aparecimento de numerosas pontuações (“flecks”) de coloração marrom que aumentam de tamanho e adquirem a coloração marrom escura. Com o desenvolvimento da doença, as lesões, de formato circular a elíptico, apresentam as bordas de coloração marrom escura e o centro variando de cinza a marrom claro. É frequente a presença de um halo amarelo-clorótico em torno das lesões (Figura 4). Com o tempo, o número e o tamanho das lesões aumentam, causando uma extensiva necrose da área foliar. Os sintomas podem ser também observados no colmo, na panícula e no pedúnculo.

Epidemiologia

O desenvolvimento da Mancha de Pyricularia é favorecido por condições de clima quente ($> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$), elevada umidade relativa do ar e ocorrência de chuvas frequentes. A severidade da doença é variável de estação para estação de plantio e é favorecida por plantios adensados.

Controle

As principais medidas recomendadas para o manejo da Mancha de Pyricularia são utilização de cultivares resistentes, rotação de culturas, incorporação de restos culturais, época de plantio visando a evitar períodos cujas condições de clima são mais favoráveis ao desenvolvimento da doença, manejo de irrigação e utilização de sementes sadias e tratadas.

Foto: The University of Georgia

Link: <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1216/B1216.htm>



Figura 4. Mancha de Pyricularia (*Pyricularia grisea*).

Carvão (*Moesziomyces penicillariae* (Bref.) Vanky)

Importância e distribuição

O carvão é considerado umas das principais doenças da cultura do milheto em vários países, como a Índia, os Estados Unidos e países africanos. No Brasil, em algumas situações, tem sido observada ocorrência de carvão em elevada severidade em genótipos suscetíveis. Perdas na produtividade da cultura do milheto podem variar de 20% a 30%, dependendo do genótipo e das condições ambientais durante o desenvolvimento da doença.

Sintomas

A infecção começa no estigma e é confinada a flores individuais, onde são produzidas estruturas fúngicas de coloração verde e de tamanho superior ao das sementes, denominadas sori, no interior das quais são produzidos os esporos (teliósporos) do fungo. Um único sori é formado em cada flor e, por ocasião do amadurecimento da panícula, ele adquire a coloração marrom escura. No estágio de colheita, a película que envolve a massa de esporos do fungo é facilmente rompida, liberando milhões de teliósporos (Figura 5).

Epidemiologia

As infecções ocorrem em maior intensidade em temperaturas variando de 21 °C a 31 °C e umidade relativa do ar maior que 80%. A disseminação da doença ocorre através de vento e chuva. Os teliósporos do patógeno podem sobreviver no solo por longos períodos, onde basidiósporos e esporídios são produzidos.

Controle

A principal medida de manejo do carvão é a utilização de híbridos resistentes. Existem fungicidas que apresentam boa eficiência para o controle da doença; no entanto, não existem produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o manejo dessa enfermidade.

Foto: Williams, RJ, Frederiksen, RA, Girard, JC. Sorghum and pearl millet disease identification handbook. Hyderabad: ICRISAT. 88p. 1978.



Figura 5. Carvão do milheto (*Moesziomyces penicillariae* (Bref.) Vanky).

Podridão seca do colmo (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.)

Importância e distribuição

A podridão seca do colmo ocorre principalmente em regiões mais quentes e em locais onde é comum a ocorrência de déficit hídrico durante o desenvolvimento da cultura, principalmente nos estádios de florescimento e de formação dos grãos.

Sintomas

Os sintomas típicos da doença são observados em plantas adultas: perda de turgescência da folha bandeira e redução da produção de grãos. Com o desenvolvimento da doença, ocorre a desintegração do tecido no interior do colmo e a produção de grande quantidade de escleródios (pequenos pontos negros ou acinzentados). A podridão do colmo pode resultar no tombamento das plantas (Figura 6).

Epidemiologia

O patógeno *M. phaseolina* apresenta ampla gama de hospedeiros, é capaz de sobreviver em restos de cultura e forma estruturas de resistência (escleródios) que podem permanecer viáveis no solo por um período de dois a três anos. A doença é favorecida por altas temperaturas e déficit hídrico durante o desenvolvimento da planta.

Controle

A utilização de cultivares de milheto com resistência a *M. phaseolina* e ao acamamento é o método mais eficiente e econômico para controlar a podridão seca do colmo. Utilizar níveis adequados de nitrogênio e potássio, realizar a rotação de culturas, evitar o plantio em solos com baixa capacidade de retenção de água e altas densidade de plantio auxiliam no manejo da doença. Além disso, é importante evitar o plantio em áreas com histórico de ocorrência de epidemias da doença.

Foto: Williams, RJ, Frederiksen, RA, Girard, JC. Sorghum and pearl millet disease identification handbook. Hyderabad: ICRISAT. 88p. 1978.



Figura 6. Podridão seca do colmo em milheto (*Macrophomina phaseolina*).

Viroses

Os principais vírus que infectam o milheto são: Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV) e Maize Streak Virus (MSV). Estas duas viroses são importantes por serem capazes de infectar milho, sorgo e outras gramíneas. Plantas infectadas pelo MDMV apresentam sintomas de mosaico e redução do crescimento. Os sintomas induzidos pelo MSV incluem estrias cloróticas nas folhas e listras cloróticas no sentido do comprimento das folhas novas. O MDMV é transmitido por afídeos ou de forma mecânica, quando ocorre algum ferimento nas folhas. O MSV é transmitido por cigarrinhas. A principal medida de manejo das viroses do milheto é o plantio de cultivares resistentes.

Nematoides

Vários gêneros de nematoides são considerados patogênicos à cultura do milheto em todo o mundo. Entre estes, os gêneros *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. são considerados os mais importantes, pois atacam outras culturas de grande importância, como o milho e a soja. Em genótipos suscetíveis, a redução na produção de grãos pode chegar a 40%. Os sintomas apresentados por plantas atacadas por nematoides variam de acordo com a espécie, mas, de modo geral, são considerados como sintomas comuns: o enfezamento das plantas; a presença de clorose nas folhas; o murchamento das plantas; a presença de raízes curtas e engrossadas; a presença de galhas e necroses nas raízes; e o perfilhamento das plantas. Entre as principais medidas de manejo, podem ser citadas o uso de genótipos resistentes e a rotação de culturas para reduzir a população de nematoides nas áreas de plantio. A utilização de produtos nematicidas, embora eficiente em algumas situações, é questionável quanto à relação custo/benefício.

Autores deste tópico: Carlos Roberto Casela, Elizabeth de Oliveira Sabato, Luciano Viana Cota, Rodrigo Veras da Costa

Pragas

A cultura do milheto teve grande expansão no Brasil, principalmente nos cerrados, como cultura de cobertura em sistema de semeadura direta, para produção de forragem e, em alguns casos, também em pastoreio. O sistema de produção no qual o milheto está inserido, após a cultura de verão e no final do inverno/início da primavera, predispõe a cultura e outras de relevância econômica, como milho, sorgo, soja, cana-de-açúcar e arroz, ao ataque de insetos que utilizam o milheto como seu hospedeiro intermediário.

No mundo, o número de insetos atacando o milheto é bastante extenso, sendo listadas 458 espécies. Entretanto, verifica-se que a cultura é atacada por determinados grupos de pragas que são comuns em outras gramíneas e em algumas leguminosas. Em um sistema de cultivo intensivo, as diversas culturas anuais atuam como um *habitat* quase que permanente para os insetos, facilitando a sua migração entre as lavouras.

Os principais insetos que atacam a cultura do milheto podem ser divididos em:

Pragas de sementes e raízes

Embora não sejam pragas limitantes para a cultura, os grupos de insetos de maior ocorrência que atacam as sementes após a semeadura e as raízes são:

Bicho-bolo, coró ou pão-de-galinha (*Diloboderus abderus*, *Eutheola humilis*, *Dyscinetus dubius*, *Stenocrates* sp, *Liogenys* sp.) – a larva tem o corpo esbranquiçado e formato de C. A cabeça é marrom e a extremidade do abdome é escura. Possui três pares de pernas torácicas (Figura 1). As larvas danificam as sementes após o plantio, prejudicando sua germinação. Também se alimentam das raízes, provocando o definhamento e a morte das plantas. Os agentes de controle biológico natural de larvas do bicho-bolo são nematoides, bactérias, fungos, principalmente *Metarhizium* e *Beauveria* sp., e parasitoides da ordem Diptera. O preparo de solo com implementos de disco expõe as larvas à radiação solar e aos inimigos naturais, especialmente pássaros, contribuindo para o seu controle.

Foto: Ivan Cruz



Figura 1. Bicho-bolo, coró ou pão de galinha (*Stecnorates spp* , *Liogenys spp*).

Larva-aramé (*Conoderus spp.*, *Melanotus spp*) – a larva possui o corpo quitinizado, cor marrom e extremidade afilada (Figura 2). Os danos são mais severos em solos sob plantio direto, proporcionando uma condição favorável para o seu desenvolvimento. O ataque ocorre nas sementes após a semeadura e no sistema radicular. Geralmente, constrói galerias e danifica a base do colmo das plantas. A umidade do solo é um fator importante no manejo dessa praga. A drenagem da camada agricultável do solo força a larva a aprofundar-se, reduzindo o dano no sistema radicular.

Foto: Paulo Afonso Viana



Figura 2. Larva-aramé (*Conoderus* spp , *Melanotus* spp).

Pragas de colmo e folhas

As principais pragas da cultura do milheto atacam o colmo e as folhas. Neste grupo, destacam-se, pela importância econômica, as seguintes espécies:

Lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) (LEL) – a lagarta tem cerca de 15 mm de comprimento e apresenta coloração avermelhada com estrias transversais marrons (Figura 3). Inicialmente, raspa as folhas da planta jovem e em seguida fura a região do coleto, cavando uma galeria vertical no interior do colmo, destruindo a região de crescimento causando, na maioria das vezes, a sua morte. As plantas são sensíveis ao ataque dessa praga a até cerca de 30 cm de altura. Geralmente, uma lagarta consegue destruir várias plantas recém-emergidas devido à maior densidade de plantio dessa cultura.

A alta umidade do solo é um fator prejudicial à biologia desse inseto e pode ser utilizada em seu manejo. Maiores danos são observados em solos leves e bem drenados. Geralmente, a incidência desta praga é menor em sistema de plantio direto.

Foto: Paulo Afonso Viana



Figura 3. Lagarta-elasmo (*Elasmopalpus lignosellus*).

Broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (BCA) – a lagarta possui o corpo esbranquiçado, com pontuações e cabeça marrom. Alimenta-se inicialmente das folhas e penetra, em seguida, na região da bainha da folha, fazendo galerias no interior do colmo. As plantas são atacadas durante toda a fase vegetativa. O ataque causa quebra do colmo e seca da planta. A lavoura contribui para manter a população da praga, que poderá infestar outras culturas nas vizinhanças ou em sucessão. O controle biológico é bastante eficiente para essa praga, sendo possível encontrar no mercado os parasitoides *Cotesia flavipes* e do gênero *Trichogramma*. A destruição de restos culturais (colmos) também contribui para reduzir a população da praga.

Foto: Paulo Afonso Viana



Figura 4. Broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*).

Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) 9 (LCM) – a lagarta tem coloração variável de cinza-escuro, verde até quase preta. Possui um Y invertido característico na frente da cabeça (Figura 5). É o inseto de maior ocorrência na lavoura e o que causa maior desfolha e até a morte de plantas. O ataque desta espécie é tipicamente no cartucho da planta; contudo, se lagartas maiores infestam a cultura no início de desenvolvimento, o inseto pode perfurar a base da planta, atingindo o ponto de crescimento e provocando o sintoma de "coração morto". Atualmente, estão disponibilizados no mercado inimigos naturais (*Trichogramma*) que podem ser empregados para o controle e o manejo dessa praga.

Foto: Paulo Afonso Viana



Figura 5. Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera Frugiperda*).

Pulgão-verde (*Schizaphis graminum*) – o pulgão é de coloração esverdeada, com três riscos escuros no dorso (Figura 6). Alimenta-se, na face inferior ou bainha, das folhas mais maduras das plantas, injeta uma toxina e suga grande quantidade de seiva. A alimentação provoca a necrose dos tecidos e, dependendo da infestação, pode causar a morte da planta. O sintoma de ataque é a presença de uma substância pegajosa, geralmente com fumagina, e de exúvias do inseto sobre as folhas. Em geral, a população de pulgão é naturalmente controlada pela ação das chuvas e dos inimigos naturais, principalmente *Chrysoperla* externa.

Foto: Paulo Afonso Viana



Figura 6. Pulgão verde(*Schizaphis graminum*).

Pragas da panícula

No Brasil, como o milheto se destina mais para a cobertura do solo e para o aumento da palhada, a importância econômica das pragas que atacam os grãos na panícula é reduzida. Os insetos de maior ocorrência atacando a panícula são:

Percevejos (*Nezara viridula* e *Piezodorus guildinii*) – o primeiro apresenta coloração verde e mede cerca de 15 mm. O *P. guildinii* é verde claro, menor (10 mm) e apresenta quatro manchas escuras no pronoto. Estes insetos alimentam-se no grão em desenvolvimento, inserindo o seu estilete e liberando enzimas que auxiliam no processo de alimentação. Os grãos tornam-se manchados e ficam reduzidos no tamanho. Panículas com grãos mal formados e manchados são sintoma do ataque desses insetos, que também podem ser vetores de fungos que causam aflotoxina. O controle natural mais comum dessas pragas ocorre através de parasitoides de ovos, apresentando uma eficiência moderada.

Lagarta-do-cartucho e lagarta-da-espiga (*S. frugiperda* e *Helicoverpa zea*) – a lagarta da espiga apresenta coloração variável de verde claro a marrom com estrias longitudinais escuras. Estas lagartas alimentam-se dos grãos em formação, causando prejuízo direto na produção e indiretos pela contaminação dos grãos danificados por fungos. O controle natural, principalmente com a “tesourinha” e o *Trichogramma*, auxilia na redução da população dessas pragas.

Outros insetos

No Brasil, embora com menor importância, diversas outras espécies de insetos também são encontradas atacando a cultura do milheto. Os mais comuns são: a larva-alfinete (*Diabrotica* spp.); o pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis*); o curuquerê-dos-capinzais (*Mocis latipes*); a mosca-do-sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*); o percevejo-das-gramíneas (*Blissus leucopterus*), além de outras, de menor destaque.

Manejo de Pragas

Para as condições brasileiras, existe pouca informação sobre o controle e o manejo dos insetos atacando o milheto. Nesse caso, o desenvolvimento de estratégias de manejo de pragas se torna essencial, devido, principalmente, à não existência de inseticidas registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para uso nessa cultura. Entretanto, experimentalmente, alguns inseticidas utilizados para o controle de pragas comuns ao sorgo e ao milho também são eficientes para as mesmas espécies que atacam o milheto.

É fundamental observar também a logística de rotação e sucessão de culturas, pois importantes grupos de pragas possuem em comum vários hospedeiros utilizados dentro do sistema de produção. A LCM, bem como a BCA, são pragas que possuem uma vasta lista de plantas hospedeiras, dentre essas se destaca o milheto. Em estudos realizados na Embrapa Milho e Sorgo, o milheto tem se destacado como importante hospedeiro da LCM. Os aspectos da biologia e do desenvolvimento da praga são favorecidos quando tais lagartas têm o milheto como hospedeiro em condições de campo, sendo capaz de produzir um maior número de adultos por metro quadrado que o milho (principal hospedeiro), mostrando o grande potencial de infestação da praga na cultura.

Além desta praga, o milheto possui outras em comum com o milho, o sorgo e outras “gramíneas” e, nesse sentido, atenção especial deve ser dada ao se escolher o milheto como opção para produção de matéria seca no sistema de plantio direto, sobretudo em relação ao histórico de pragas na área e em cultivos anteriores, evitando potencializar a infestação na área.

Colheita e pós-colheita

Colheita e transporte

No Brasil, os grãos de milheto colhidos são processados quase que exclusivamente para a elaboração de ração animal e para alimentação humana, ainda uma simples intenção de uso. A grande utilização do milheto no Brasil é como planta de cobertura para o sistema de plantio direto no Cerrado, principalmente nas regiões Central e Sudeste, e como pastoreio para o gado em algumas localidades da região Sul. No Nordeste, onde as condições de clima favorecem o estabelecimento da cultura, ela é muito utilizada como planta forrageira na alimentação de bovinos e de outros animais. As sementes, após colhidas, são tratadas com fungicida, inseticida ou a combinação dos dois, com o objetivo de desinfestar e proteger a semente de organismos patogênicos e insetos de armazenamento. Ainda devem ser tratadas contra algumas doenças, como míldio, ergot e carvão.

O transporte de grãos é feito em caminhões ou carretas puxadas por tratores, na condição de a granel ou em sacos de aniagem ou plástico transados, até os armazéns provisórios ou definitivos. As sementes beneficiadas são também transportadas por caminhões ou outro meio de transporte em sacos de papel especial multifoliado e em "bags", sacos de lonas plásticas com capacidade para 700 a 1050 kg.

Umidade na colheita

As sementes ou os grãos de milheto podem ser redondos ou oblongos (Figura 1 e 2). A seleção é feita de acordo com a forma da semente, usando-se peneiras com orifícios específicos para cada formato. A umidade para colheita deve estar entre 19% e 22%. As sementes recém-colhidas, frequentemente, possuem alto teor de umidade e contêm vários materiais inertes, bem como sementes de invasoras, deterioradas e danificadas. O processamento das sementes é uma parte vital da tecnologia e responsável pelo aumento da qualidade das sementes, pela remoção de materiais e sementes indesejáveis. Basicamente, as sementes passam pelas etapas: a) limpeza e secagem; b) separação; c) tratamento e secagem, d) embalagem; e) armazenamento.

O teor de umidade é um fator importante e prioritário a ser considerado no processamento de sementes. Sementes com teor de umidade acima de 15% estão sujeitas a danos excessivos. A secagem natural ou artificial faz-se necessária. A secagem ao sol é muito praticada no milheto, proporcionando queda da umidade a um nível seguro para processamento, que é de 12% ou menos.

Armazenamento e beneficiamento

Em relação ao armazenamento, os grãos de milheto podem também ser armazenados na condição de a granel em silos apropriados ou em armazéns, acondicionados em saco de papel multifoliado ou ainda em "bags".

A retenção da boa qualidade e a capacidade de germinação alta são essenciais para conservar o futuro abastecimento de sementes e frequentemente o armazenamento por anos é necessário. A limpeza e a separação das sementes são baseadas principalmente no seu tamanho (comprimento, largura e espessura), na densidade, na forma, na textura da superfície, na cor, entre outros fatores. Na separação de materiais indesejáveis, deve se ter o cuidado de utilizar máquinas apropriadas para tal. Com as diferenças entre os materiais desejáveis e indesejáveis, observando qualquer dessas propriedades existentes, a separação dos indesejáveis deve ser feita com cuidado em máquinas apropriadas para este fim.

Depois de limpas e tratadas, as sementes são embaladas em recipientes com o peso líquido especificado, que podem ser sacos de tecido. Em cada saco, deve ser colocada uma etiqueta contendo informações sobre as sementes. Se os sacos forem fechados com máquina de costura, deve ser feita uma etiqueta contendo as seguintes informações: cultura, variedade, classe de sementes, instituição de produção (nome, endereço, selo), número da etiqueta, percentagem de pureza, percentagem de germinação, percentagem de pureza genética, data do teste, conteúdo líquido e percentagem de umidade quando embalada. A etiqueta é uma parte essencial e importante do registro do lote de sementes e deve acompanhar cada recipiente.

Foto: Israel A. P. Filho



Figura 1. Grãos de milheto redondos.

Foto: Israel A. P. Filho



Figura 2. Grãos de milheto oblongos.

Autores deste tópico: Israel Alexandre Pereira Filho, Jose Avelino Santos Rodrigues, Jose Carlos Cruz

Referências

- ALCANTARA, P. B.; BUFARAH, G. Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 162 p.
- AMARAL, P. N. C. Silagem e rolão de milheto em diferentes idades de corte. 2003. 78 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ANDREWS, D. J.; RAJEWSKI, J. F.; KUMAR, K. A. Pearl millet: a new feed grain crop. In: JANICK, J.; SIMON, J. (Ed.). New crops. New York: J. Wiley, 1993. p. 198-208.
- ANDREWS, D. J.; RAJEWSKIM, J. F. Origin, characteristics and use of pearl millet. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON GRAIN PEARL MILLET, 1., 1995, Tifton, Georgia. Proceedings. Athens: University of Georgia, 1995. p. 1-4.
- AZAM-ALI, S. N.; GREGORY, P. J.; MONTEITH, J. L. Effects of planting density on water use and productivity of pearl millet (*Pennisetum typhoides*) grown on stored water. 2. Water use, light interception and dry matter production. *Experimental Agriculture*, London, v. 20, p. 215-224, 1984.
- BAHRY, C. A.; CASAROLI, D.; MUNIZ, M. F. B.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L. de; ZANATA, Z. C. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milheto. *Revista da FZVA, Uruguiana*, v. 14, n. 1, p. 25-35, 2007.
- BEGG, J. C. The growth and development of a crop of millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.). *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 65, p. 341-349, 1965.
- BEGG, J. E.; BIERHUIZEN, J. F.; LEMON, E. R.; MISRA, D. K.; SLATYER, R. O.; STERN, W. R. Diurnal energy and water exchange in bulrush millet in an area of high solar radiation. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v. 1, p. 294-312, 1964.
- BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A. C.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.
- BOGGS, L. L.; RAJEWSKI, J. F.; ANDREWS, D. J. Planting date, row spacing, and weed control effects on grain yield of a dwarf pearl millet hybrid. *Agronomy Abstracts*, p. 137-138, 1992.
- BONAMIGO, L. A. O plantio direto no cerrado do Mato Grosso do Sul. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro, PR. Anais... Ponta Grossa: Fundação ABC, 1993.
- BONAMIGO, L. A. A cultura do milheto no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DO MILHETO, 1999, Planaltina, DF. Anais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. p. 31-65.

- BRANCALIÃO, S. R. O milheto no sistema plantio direto: informações técnicas. O Agrônomo, Campinas, v. 56, n. 2, p. 28-30, 2004.
- BRUNKEN, J. N. A systematic study of Pennisetum sect. Pennisetum (Gramineae). American Journal of Botany, v. 64, p. 161-176, 1977.
- BUERKERT, A.; STERN, R. D.; MARSCHNER, H. Post stratification clarifies treatment effects on pearl millet growth in the Sahel. Agronomy Journal, Madison, v. 87, p. 752-761, 1995.
- CARSON, A. G. Improvement weed management in the draft animal-based production of early pearl millet in Gambia. Tropical Pest Management, London, v. 33, n. 4, p. 359-363, 1987.
- CHAUDHURI, U. N.; KANEMASU, E. T. Growth and water use of sorghum and pearl millet. Field Crops Research, The Netherlands, v. 10, p. 113-124, 1985.
- COALDRAKE, P. D.; PEARSON, C. J. Floral initiation and inflorescence development in pearl millet. In: RESEARCH report, department of horticultural science 1981-82. Sydney: Faculty of Agriculture, 1982. p. 10-11. (Research Report, 10).
- COALDRAKE, P. E.; PEARSON, C. J. Panicle differentiation and spikelet number related to size of panicle in *Pennisetum americanum*. Journal of Experimental Botany, London, v. 36, p. 883-840, 1985.
- COLIGADO, M. C.; BROWN, D. M. Response of corn (*Zea mays* L.) in the pre-tassel initiation period to temperature and photoperiod. Agricultural Meteorology, Amsterdam, v. 14, p. 357-367, 1975.
- COSTA, N. L. Estabelecimento, formação e manejo de pastagem de milheto. Lavoura Arrozeira, v. 45, n. 405, p. 7-72, 1992.
- CRAUFURD, P. Q.; BIDINGER, F. R. Potential and realized yield in pearl millet as influenced by plant population density and life cycle duration. Field Crops Research, Amsterdam, v. 22, p. 211-225, 1989.
- DOWLER, C. C.; WRIGHT, D. L. Weed management systems for pearl millet in the southeastern United States. In: NATIONAL GRAIN PEARL MILLETS, 1., 1995, Tifton. Proceedings...Tifton: University of Georgia, 1995. p. 64-71.
- DOWNES, R. W.; MARSHALL, D. R. Low temperature induced male sterility in *Sorghum bicolor*. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 11, p. 352-356, 1971.
- DUARTE, C. M. L. Avaliação de forrageiras perenes de verão e milheto (*Pennisetum americanaum* (L.) Leeke) cv.comum integrados em sistemas de produção animal em pastagens. 1980. 150 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.
- DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, F. G. dos. Fisiologia da planta de milheto. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2003. 16 p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 28).
- EMBRAPA. Centro de pesquisa Agropecuária do Oeste. Milho: informações técnicas. Dourados, 1997. 222 p. (Embrapa-CPAO. Circular técnica, 5).
- FAO. FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 15 set. 2009.

- FAO. First forecast points to drop in 1999 world cereal production. Disponível em: <http://www.fao.org/NEWS/GLOBAL/GW9905-c.htm>. Acesso em: 20 abr. 1999.
- Fernandes, E. A.; Oliveira, R. C. Perspectivas do uso do grão de milheto na indústria de rações. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 1., 2004, Cuiabá. Palestras. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo: Empaer, 2004.
- FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R. Doenças do milheto. In: MARTINS NETTO, D. A.; DURÃES, F. O. M. (Ed.). Milheto: tecnologias de produção e agronegócio. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 143-158.
- França, A. F. S.; Orsine, G. F.; Oliveira, E. R.; Dias, M. J.. Substituição do milho desintegrado com palha e sabugo pelo milheto em dieta de cabras leiteiras. *Livestock Research for Rural Development*, v. 16, n. 2, 2004. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd16/2/fran1602.htm>. Acesso em: 15 set. 2009.
- FRIBOURG, H. A. Summer annual grasses. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. Forages: an introduction to grassland agriculture. 5. ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. v. 1, cap. 37, p. 463-472.
- FUSSEL, L. K.; DWARTE, D. M. Structural changes of the grain associated with black region formation in *Pennisetum americanum*. *Journal of Experimental Botany*, v. 31, p. 645-654, 1980.
- FUSSEL, L. K.; PEARSON, C. J. Effect of thermal history on photosynthate translocation and photosynthesis. *Aust. Journal of Plant Physiology*, v. 5, p. 547-551, 1978.
- FUSSEL, L. K.; PEARSON, C. J. Effects of grain development and thermal history on grain maturation and seed vigour of *Pennisetum americanum*. *Journal of Experimental Botany*, v. 31, p. 635-643, 1980.
- GALLAGHER, J. N.; BISCOE, P. V. Radiation absorption, growth and yield of cereals. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v. 91, p. 47-60, 1978.
- HAWKINS, R. C.; COOPER, P. J. M. Growth development and grain yield of maize. *Experimental Agriculture*, v. 17, p. 203-208, 1981.
- HELMERS, H.; BURTON, G. W. Photoperiod and temperature manipulation induces early anthesis in pearl millet. *Crop Science*, v. 12, p. 198-200, 1972.
- HERINGER, I. Efeitos de níveis de nitrogênio sobre a dinâmica de uma pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo. 1995. 133 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. Descriptions for pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). Rome: IBGPGR: Patancheru: ICRISAT, 1993. 44 p.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. Annual report for 1978-1979. Hyderabad, India, 1980. p. 69-71.
- ICRISAT. The world sorghum and millet economies: facts, trends and outlook. Patancheru, 1996. 68 p.

- JEGER, M. J.; GILIJAMSE, E.; BOCK, C. H.; FRINKING, H. The epidemiology, variability and control of the downy mildews of pearl millet and sorghum, with particular reference to Africa. *Plant Pathology*, v. 47, p. 544-569, 1998.
- KHAIRWAL, I. S.; RAM, C.; CHHABRA, A. K. Pearl millet: seed production and technology. New Delhi: Manohar, 1990. 208 p.
- KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. Uso do milheto como planta forrageira. Campo grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. (Embrapa Gado de Corte. Gado de Corte Divulga, 46).
- LIMA, M. L.; CASTRO, F. G. F.; TAMASSIA, L. F. M. Culturas não convencionais girassol e milheto. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. Alimentação suplementar: anais. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 178-195.
- LIMON-ORTEGA, A.; MASON, S. C.; MARTIN, A. R. Production practices improve grain sorghum and pearl millet competitiveness with weeds. *Agronomy Journal*, v. 90, p. 227-232, 1998.
- LIRA, M. de A.; MACIEL, G. A.; TABOSA, J. N.; ALVES, M. R.; SANTOS, J. P. de O.; FREITAS, E. V. de; ARCOVERDE, A. S. Cultivo do milheto (*Pennisetum americanum*(L.) Leeke). Recife: IPA, 1983. 6 p. (IPA. Instruções Técnicas, 8).
- LIRA, M. A. Cultura do milheto. In: EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÀRIA. Cultura do milheto: curso para extensionista agrícola. Fortaleza: BNB: ETENE, 1982. p. 9-22
- MACIEL, G. A.; TABOSA, J. N. Tecnologia de produção para o milheto. In: EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÀRIA. Cultura do milheto: curso para extensionista agrícola. Fortaleza: BNB: ETENE, 1982. p. 23-35
- MAHALAKSHMI, V.; BIDINGER, F. R. Flowering response of pearl millet to water stress during panicle development. *Annals of Applied Biology*, v. 106, p. 571-578, 1984.
- MAHALAKSHMI, V.; BIDINGER, F. R. Water stress and time of floral initiation in pearl millet. *Journal of Agricultural Science*, v. 105, p. 437-445, 1985.
- MAHALAKSHMI, V.; BIDINGER, F. R.; RAO, G. D. P. Timing and intensity of water deficits during flowering and grain filling in pearl millet. *Agronomy Journal*, v. 80, p. 130-135, 1988.
- MAITI, R. K.; BIDINGER, F. R. Growth and development of the pearl millet plant. Patancheru: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1981. (ICRISAT. Research Bulletin, 6).
- MAMAM, N.; MASON, S. C.; SIRIFI, S. Influence of variety and management level on pearl millet production in Niger: I. Grain yield and dry matter accumulation. *African Crop Science Journal*, v. 8, n.1, p. 25-34, 2000.
- MARSHALL, B.; WILLEY, R. W. Radiation interception and growth in an intercrop of pearl millet/groundnut. *Field Crop Research*, v. 7, p. 141-160, 1983.
- MATTOS, J. L. S. de. Gramíneas forrageiras anuais alternativas para a Região do Brasil Central. *Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v. 2, n. 1, p. 52-70, 2003.

MCPHERSON, H. G.; SLATYER, R. O. Mechanisms regulating photosynthesis in *Pennisetum thyphoides*. Australian Journal of Biological Sciences, v. 26, p. 329-339, 1973.

MEDEIROS, R. B. Formação e manejo da pastagens para a região do Planalto Médio das Missões. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, 1977. 48 p.

MOREIRA, L. B.; MALHEIROS, M. G.; CRUZ, B. B. G.; ALVES, R. E. A.; OLIVEIRA, K. R. S. Efeitos da população de plantas sobre as características morfológicas e agronômicas de milheto pérola (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) cv. ENA 1. Agronomia, v. 37, n.1, p. 5-9, 2003.

MARTINS NETTO, D. A. M. A cultura do milheto. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1998. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 11).

NASCIMENTO, R. do. Avaliação do crescimento do milheto sob diferentes níveis de água no solo. Revista Educação Agrícola Superior, v. 23, n. 1, p. 51-52, 2008.

NDAHI, W. B.; RUSS, O. G.; MOSHIER, L. J. Growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) as influenced by selected herbicide applications and delay in planting. In: VANDERLIP, R. L. (Ed.). Improvement of pearl millet: second annual report. Manhattan: Kansas State University, 1980. p. 67-71.

NICOLAU SOBRINHO, W.; SANTOS, R. V. dos; MENEZES JÚNIOR, J. C.; SOUTO, J. S. Acúmulo de nutrientes nas plantas de milheto em função da adubação orgânica e mineral. Caatinga, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 107-110, 2009.

NIX, H. A. Climate and crop productivity in Australia. In: YOSHIDA, S. (Ed.). Climate and rice. Los Baños, The Philippines: International Rice Research Institute, 1976.

NUTRIÇÃO: um lugar ao sol para o sorgo e o triticale. Valor Econômico, 17 mar. 2008. Disponível em: <http://www.aveworld.com.br/index.php/documento/3008>. Acesso em: 14 ago. 2009.

OKAFOR, L. I.; ZITTA, C. The influence of nitrogen on sorghum-weed competition in the tropics. Tropical Pest Management, London, v. 37, n. 2, p. 138-143, 1991.

ONG, C. K.; EVERARD, A. Short-day induction of flowering in pearl millet (*Pennisetum typhoides*) and its effect on plant morphology. Experimental Agriculture, v. 15, p. 401-410, 1979.

ONG, C. K.; MONTEITH, J. L. Response of pearl millet to light and temperature. Field Crops Research, v. 11, p. 141-160, 1985.

ONG, C. K.; SQUIRE, G. R. Response to temperature in a stand of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.). 7. Final number of spikelets and grains. Journal of Experimental Botany, v. 35, p. 1233-1240, 1984.

ONG, C. K. Response to temperature in a stand of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.). 1. Vegetative development. Journal of Experimental Botany, v. 34, p. 322-326, 1983.

ONG, C. K. Response to temperature in a stand of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.). V. Development and fate of tillers. Journal of Experimental Botany, v. 35, p. 83-90, 1984.

- PACHECO, C. R. Experience with pearl millet at the Granja Rezende Farm. In: INTERNATIONAL PEARL MILLET WORKSHOP, 1999, Planaltina, DF. Proceedings. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. p. 141-145.
- PACHECO, L. P.; PETTER, F. A.; CÂMARA, A. C. F.; LIMA, D. B. C.; PROCÓPIO, S. O.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVA, I. S Tolerância do milheto (*Pennisetum americanum*) ao 2,4-D. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 173-179, 2007.
- PAYNE, W. A. Optimizing crop use in sparse stands of pearl millet. Agronomy Journal, v. 92, n. 5, p. 808-814, 2000.
- PEACOCK, J. M.; HEINRICH, G. M. Light and temperature response in sorghum. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM AGROMETEOROLOGY OF SORGHUM AND MILLET IN THE SEMI-ARID TOPICS, 1984, Hyderabad, India. Proceedings... Hyderabad: ICRISAT, 1984. p. 143-158.
- PEACOCK, J. M. Response and tolerance of sorghum to temperature stress. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SORGHUM, 1981, Patancheru. Sorghum in the eighties: proceedings. Hyderabad: ICRISAT, 1982. p. 143-159.
- PEARSON, C. J.; DERRICK, G. A. Thermal adaptation of *Pennisetum*: leaf photosynthesis and photosynthate translocation. Australian Journal of Plant Physiology, v. 4, p. 763-769, 1977.
- PEARSON, C. J.; BISHOP, D. G.; VESK, M. Thermal adaptation of *Pennisetum*: leaf structure and composition. Australian Journal of Plant Physiology, v. 4, p. 541-554, 1977.
- PENCKOWSKI, L. H.; PODOLAN, M. J.; LOPEZOVEJERO, R. F. Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes sobre a eficácia de controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura de trigo. Planta Daninha, v. 21, p. 435-442, 2003.
- PEREIRA FILHO, I. A.; PEREIRA, A. da S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. Manejo da cultura do milheto. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2003. 17 p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 29).
- PERGUNTAS mais frequentes: milheto. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/perguntas/milheto2.html>. Acesso em 21 ago. 2009.
- PIRES, F. R.; ASSIS, R. L de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; SANTOS, S. C.; VIEIRA NETO, S. A.; SOUZA, J. P. G. de. Desempenho agrônômico de variedades de milheto em razão da fenologia em pré-safra. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 41-49, July./Sept. 2007.
- PITOL, C.; BORGES, E. P.; BROCH, D. L.; SIEDE, P. K.; ERBER, E. J.; CHIRATA, I. N. Milheto: o milheto na integração agricultura-pecuária. Maracajú: Fundação MS, 1997.
- RAJEWSKI, J. F.; ANDREWS, D. J. Pearl millet regional grain yield trials. Manhattan: University of Nebraska, 1995b. Mimeografado.
- RAJEWSKI, J. F.; MARTIN, A. R.; ANDREWS, D. J. Effects of grass herbicides on grain sorghum and pearl millet. Sorghum Newsletter, v. 30, p. 52, 1987.
- RAJEWSKI, J. F.; ANDREWS, D. J. Grain pearl millet performance and adaptability in six years of regional tests. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON GRAIN PEARL MILLET, 1., 1995, Tifton, Georgia. Proceedings. Tifton: University of Georgia, 1995a. p. 14-17.

- RAWSON, H. M.; BAGGA, A. K. Influence of temperature between floral initiation and flag leaf emergence on grain number in wheat. *Australian Journal of Plant Physiology*, v. 6, p. 391-400, 1979.
- REVISTA PLANTIO DIRETO, v. 99, maio/jun. 2007. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?codedic=61>. Acesso em: 3 set. 2009.
- REVISTA PLANTIO DIRETO, v. 87, maio/jun. 2005. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?codedic=48>. Acesso em: 21 ago. 2009.
- SALTON, J. C.; PITOL, C.; ERBES, E. J. Cultivos de primavera: alternativas para produção de palha em Mato Grosso do Sul. Maracaju: Fundação MS, 1993. 6 p. (Fundação MS. Informativo Técnico, 1).
- SALTON, J.C.; KICHEL, A.N. Milheto: alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. Dourados: EMBRAPA, 1997. (Folheto).
- SANTAMARIA, M.; RODRIGUES, L. R. de A.; RODRIGUES, T. de J. D.; QUADROS, D. G. de. Crescimento e características fisiológicas do milheto cv. comum em Jaboticabal-SP. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 6.; CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 16.; REUNIÃO NACIONAL DE ENSINO EM ZOOTECNIA, 10.; FÓRUM DE ENTIDADES DE ZOOTECNIA, ZOOTEC 2004, 17., 2004, Brasília. Palestras... Brasília: ABZ: AZZO-DF: Faculdades UPIS, 2004. 1 CD-ROM.
- SANTOS, F. G. Milheto no Brasil: desenvolvimento de cultivares. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DO MILHETO, 1999, Planaltina, DF. Anais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. p. 161-168.
- SCALÉA, M. A cultura do milheto e seu uso no plantio direto no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DO MILHETO, 1999, Planaltina, DF. Anais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. p. 75-82.
- SCALÉA, M. J. Perguntas & Respostas sobre o plantio direto. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 83, p. 1-8, 1998. Encarte técnico.
- SCALÉA, M. O milheto como cobertura de solo no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 1., 2004, Cuiabá. Palestras. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo: Empaer, 2004.
- SHAW, D. R.; ARNOLD, J. C. Weed control from herbicide combinations with glyphosate. *Weed Technology*, v. 16, p. 1-6, 2002.
- SILVA, P.; PÁDUA, D. M. C.; FRANÇA, A. F. S.; PÁDUA, J. T.; SOUZA, V. L. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) em rações para alevinos de Tambacú (Híbrido *Colossoma macropomum* fêmea X *Piaractus mesopotamicus*). *Ars Veterinaria*, Jaboticabal, v. 16, n. 2, p. 146-153, 1998.
- SILVA, P. C.; FRANÇA, A. F. S.; PÁDUA, D. M. C.; JACOB, G. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 24, p.125-131, 1997. Número especial.
- SINGH, P.; KANEMASU, E.T; SINGH, P. Yield and water relations of pearl millet genotypes under irrigated and nonirrigated conditions. *Agronomy Journal*, v. 75, p. 886-890, 1983.
- SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. Gramíneas tropicales. Roma: FAO, 1992.

SMITH, R. L.; HOVELAND, C. S.; HANNA, W. W. Water stress and temperature in relation to seed germination of pearl millet and sorghum. *Agronomy Journal*, v. 81, p. 303-305, 1989.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.

SQUIRE, G. R.; MARSHALL, B.; TERRY, A. C.; MONTEITH, J. L. Response to temperature in a stand of pearl millet. VI. Light interception and dry matter production. *Journal of Experimental Botany*, v. 35, p. 599-610, 1984.

STAPF, O.; HUBBARD, C. E. *Pennisetum*. In: PRAIN, D. (Ed.). *Flora of Tropical Africa*. Ashford: L. Reeve, 1934. v. 9, pt. 6, p. 954-1070.

TABOSA, J. N.; BRITO, A. R. de M. B.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO NETO, A. D. de; SIMPLÍCIO, J. B.; LIRA, M. de A.; MACIEL, G. A. T. Perspectivas do milheto no Brasil: Região Nordeste. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DO MILHETO, 1999, Planaltina, DF. Anais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. p. 169-185.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. C.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. J. B.; MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, p. 93-99, 2005.

TERREL, E. E. The correct names for pearl millet and yellow foxtail. *Taxon*, v.25, p. 297-304, 1976.

TOLLEMAR, M.; DIBO, A. A.; AGUILERA, S.; WIESE, F.; SWANTON, C. J. Effect of crop density on weed interference in maize. *Agronomy Journal*, Madison, v. 86, p. 591-595, 1994.

WATTS, W. R. Leaf extension in *Zea mays*. II. Leaf extension in response to independent variation of the temperature of the apical meristem, of the air around the leaves, and of the rootzone. *Journal of Experimental Botany*, v. 23, p. 713-721, 1974.

WIESE, A. F.; VANDIVER, C. N. Soil moisture effects on competitive ability of weeds. *Weed Science*, Ithaca, v. 18, p. 518-519, 1970.

WILLIAMS, R. J.; FREDERIKSEN, R. A.; GIRARD, J. C. *Sorghum and pearl millet disease identification handbook*. Hyderabad: ICRISAT, 1978. 88 p.

WITT, M.; EASTIN, J. Pearl millet, grain sorghum, and corn responses to watering levels. In: : NATIONAL SYMPOSIUM ON GRAIN PEARL MILLET, 1., 1995, Tifton, Georgia. Proceedings. Athens: University of Georgia, 1995. p. 40.

<http://www.agrolink.com.br/>. Acessado em 13 de setembro de 2010.

BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 ago. 2003. Disponível em: . Acesso em: 25 out. 2012.

BRASIL. Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas – SNSM, e dá outras providências. **Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 jul. 2004. **Disponível em:** <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5153.htm>. Acesso em: 25 out. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012a. Disponível em: . Acesso em: 20 out. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2012b. Disponível em: . Acesso em: 25 out. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portarias de Zoneamento Agrícola de Risco Climático por Unidade da Federação**. Disponível em: . Acesso em: 15 ago. 2014.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P. **Variação espaço-temporal das áreas aptas para o plantio de milheto no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 78). Disponível em: . Acesso em: 05 ago. 2014.

LANDAU, E. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Clima. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **Cultivo do milheto**. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 3). Disponível em: . Acesso em: 05 fev. 2013.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. Zoneamento da cultura do sorgo. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: . Acesso em: 07 mar. 2013.

PEREIRA FILHO, I. A. Apresentação. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **Cultivo do milheto**. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 3). Disponível em: . Acesso em: 23 fev. 2013.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de. Plantio. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **Cultivo do milheto**. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 3). Disponível em: . Acesso em: 05 fev. /2013.

Azam-Ali, S. N.; Gregory, P. J.; Monteith, J. L. Effects of planting density on water use and productivity of pearl millet (*Pennisetum typhoides*) grown on stored water. 2. Water use, light interception and dry matter production. **Experimental Agriculture** **20**: 215-224, 1984.

Carberry P.; Campbell L. C. The growth and development of pearl millet as affected by photoperiod. **Field Crops Research** **11**: 207-217, 1985.

Carvalho, K.S.; Netto, D. A. M.; Martins, D. C.; Flôres, J. A. Maturidade fisiológica de sementes de milheto em diferentes épocas de colheita. **Resumos do 18º Congresso Brasileiro de Sementes**. Florianópolis, 2013.

- Chopart J. L. Étude du système racinaire du mil (*Pennisetum typhoid` s*) dans un sol sableux du Sénégal. **Agronomia Tropical 38**, 37–51, 1983.
- Costa, A. C. T.; Priesnitz, R. Influência do arranjo espacial do milheto em relação aos estádios fenológicos e unidades térmicas. **Global Science and Technology 07**: 37-47, 2014.
- Do, F.; Daouda, O. S.; Marini, P. Etude agrophysiologique des mécanismes de résistance du mil à la sécheresse. **Revue Réseau Amelioration de la Production Agricole du Milieu Aride 1**: 57–74, 1989.
- Geraldo, J.; Oliveira, L. D.; Pereira, M. B.; Pimentel, C. Fenologia e produção de massa seca e de grãos em cultivares de milheto-pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira 37**: 1263-1268, 2002.
- Geraldo, J.; Rossiello, R. O. P.; Araújo, A. P.; Pimentel, C. Diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milheto pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira 35**: 1367-1376, 2000.
- Guideli, C.; Favoretto, V.; Malheiros, E.B. Produção e qualidade do milheto semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira 35**: 2093-2098, 2000.
- Guimarães Jr., R.; Gonçalves, L. C.; Rodrigues, J. A. **Utilização do milheto para produção de silagem**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009.
- Kassam, A. H.; Kowal, J. M. Water use, energy balance and growth of gero millet at samaru, northern Nigeria. **Agriculture and Meteorology 15**: 333-342, 1975.
- Lakshmi, N. J.; Vanaja, M.; Yadav, S. K.; Maheswari, M.; Patil, M.; Prasad, C. R.; Satish, P.; Venkateswarlu, B. Differential improvement in transpiration efficiency of C3 and C4 crop plants under elevated CO₂ conditions. **The Indian Journal of Agricultural Sciences 84**: 411-413, 2014.
- Maciel, G. A.; Tabosa, J. N. **Tecnologia de produção para o milheto**. In: EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultura do milheto: curso para extensionista agrícola. Fortaleza: BNB: ETENE, 1982. p. 23-35.
- Maiti, R. K.; Bidinger, F.R. **Growth and development of the pearl millet plant**. Patancheru: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Research bulletin, 6, 1981. 14p.
- Netto, D.A.M. **A cultura do milheto**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1998. 6p. (Comunicado técnico, 11).
- Norman, M.J.T.; Pearson, C.J.; Searle, P.G.E. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*). In: NORMAN, M.J.T.; PEARSON, C.J.; SEARLE, P.G.E. (Ed.). **The ecology of tropical food crops**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1995. p.164-184.
- Ong, C. K.; Monteith, J. L. Response of pearl millet to light and temperature. **Field Crops Research 11**: 141-160, 1985.
- Peske, F. B.; Novembre, A. D. L. C. Condicionamento fisiológico de sementes de milheto. **Revista brasileira de sementes 32**: 132-142, 2010.

Poncet V. F.; Lamy F.; Devos K. M.; Gale M. D.; Sarr A.; Robert T. Genetic control of domestication traits in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L, Poaceae). **Theory Applied Genetics 100**: 147-159, 2000.

Poncet V., Martel E., Allouis S., Devos K. M., Lamy F., Sarr A. Comparative analysis of QTLs affecting domestication traits between two domesticated × wild pearl millet (*Pennisetum glaucum* L, Poaceae) crosses. **Theory Applied Genetics 104**: 965-975, 2002.

Rachie, K. O.; Majmudar, J. V. M. **Pearl Millet**. Pennsylvania: Pennsylvania University Press. 320p, 1980.

Ram N.; Sheoran K.; Sastry C. V. S. Radiation efficiency and its efficiency in dry biomass production of pearl millet cultivars. **Annual of Agriculture Research 20**: 286–291, 1999.

Vadez, V.; Hash, T.; Kholova, J. Phenotyping pearl millet for adaptation to drought. **Frontiers in Physiology 3**: 386, 2012.

Vardhan, D. A.; Vanaja, M.; Srinivas, K.; Lal, M.; Satish, T.; Reddy, P. Effect of elevated CO₂ concentration on groundnut (*Arachis hypogaea*) (C3) and pearl millet (*Pennisetum glaucum*) (C4) crop plants and some implications on growth and photosynthetic activity. **Indian Journal of Agricultural Sciences 83**: 721–723, 2013.

Yadav, O. P.; Weltzien-Rattunde, E.; Bidinger, F. R. Genetic variation in drought response of landrace of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. **Indian Journal of Genetics 63**: 37-40, 2003.

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

B

C

Calagem - Técnica de manejo do solo que consiste em aplicar calcário, ou seja, óxido ou hidróxido de cálcio no solo com o objetivo de corrigir as deficiências químicas, biológicas e físicas decorrente da acidez.

Cariopse - É um tipo de fruto cuja semente é presa no pericarpo.

Ciclagem - Refere-se ao ciclo dos nutrientes que são absorvidos pelas raízes das plantas no solo, que ao se decomporem, voltam a disponibilizar esses nutrientes nas camadas mais superficiais facilitando sua absorção pelas plantas.

Convivência de plantas daninhas - É o período em que a planta daninha pode influenciar no crescimento, desenvolvimento e produção da planta cultivada.

D

E

Ecofisiologia - Adaptação das plantas e organismos às condições ambientais.

F

Floretes - Flores minúsculas que compõem a panícula do milheto.

Folha bandeira - Última folha antes da inserção da panícula.

G

H

Hectare (ha) - É uma unidade de medida agrária, equivalente a uma área de 10.000 metros quadrados ou um hectômetro quadrado. Uma comparação visual grosseira à área de 1 hectare é a área de um campo de futebol.

I

Inflorescência - É a parte da planta onde localizam-se as flores. Normalmente consiste em um prolongamento semelhante ao caule, ou raque, provido de folhas modificadas chamadas brácteas. Nas axilas destas brácteas localizam-se as flores.

Insumo - Elemento que entra no processo de produção ou serviços: adubos, protetores de plantas, medicamentos, máquinas e equipamentos, trabalho humano, etc.; fator de produção.

J**K****L**

Latifoliada - Erva de folha larga dicotiledônea.

M

Macronutrientes - São aqueles nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas e são consumidos por elas em maior quantidade. Dividem-se em primários Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K) e secundários Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S).

Massa seca - tecido vegetal desidratado, sem água.

Micronutrientes - São elementos de grande importância não só pelo papel que representam na nutrição, mas também no aumento das defesas e resistência das plantas, são nutrientes que as plantas consomem em menor quantidade, porém de grande importância para o seu desenvolvimento. Exemplo de micronutrientes: Manganês (Mn), Boro (B), Molibdênio (Mo), Zinco (Zn) Ferro (Fe) e Cobre (Cu).

N**O**

P

Panícula - Inflorescência do milheto.

Pearl millet - Denominação em inglês para a palavra milheto em português.

Perfilhos - Brotações emitidas de uma única planta formando uma touceira

pH - É a abreviação de "potencial hidrogeniônico" que é uma escala usada para medir acidez ou alcalinidade de soluções evitando o uso de expoentes, através da medida de concentração do íon hidrogênio em solução. É dado matematicamente como o logaritmo negativo da concentração de H+. O pH abaixo de 7 é ácido e acima de 7 é alcalino. O pH 7 é considerado neutro.

Plântula - Planta jovem.

PRNT - Poder reativo de neutralização total do calcário.

Proso millet – Finger millet – Foxtail millet - Denominação em inglês de outros tipos de milhetos não cultivados no Brasil.

Q**R****S****T****U****V****W**

X

Y

Z

Todos os autores

Alvaro Vilela de Resende

Superior Em Agronomia, doutorado Em Agronomia, mestrado Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fertilidade do Solo
alvaro.resende@embrapa.br

Antonio Marcos Coelho

Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fertilidade Do Solo
antoniomarcos.coelho@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

Daniel Guimarães

Pesquisador , Climatologia
daniel@cnpms.embrapa.br

Carlos Roberto Casela

Pesquisador Aposentado da Embrapa Milho e Sorgo, Fitopatologia
carlos@hotmail.com

Decio Karam

Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Plantas Daninhas
decio.karam@embrapa.br

Flavia Cristina dos Santos

Superior Em Agronomia, mestrado Em Solos e Nutricao de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Fertilidade do Solo
flavia.santos@embrapa.br

Elizabeth de Oliveira Sabato

Superior Em Ciencias Biologicas, doutorado Em Agronomia, mestrado Em Agronomia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Fitopatologia
elizabeth.o.sabato@embrapa.br

Frederico Ozanan Machado Duraes

Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fisiologia
frederico.duraes@embrapa.br

Israel Alexandre Pereira Filho

Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fitotecnia
israel.pereira@embrapa.br

Ivan Cruz

Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Entomologia
ivan.cruz@embrapa.br

Jason de Oliveira Duarte

Superior Em Ciências Econômicas, mestrado Em Economia Rural/agraria/agrícol, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Economia Rural
jason.duarte@embrapa.br

Jose Avelino Santos Rodrigues

Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Melhoramento De Plantas
avelino.rodrigues@embrapa.br

Jose Carlos Cruz

Superior Em Agronomia, mestrado Em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Fitotecnia
josecarlos.cruz@embrapa.br

Joao Carlos Garcia

Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Economia Rural
joao.garcia@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

Manoel Ricardo de Albuquerque Filho

Superior Em Agronomia, doutorado Em Agronomia, mestrado Em Agronomia da Embrapa Milho e Sorgo Manejo e Conservação do Solo
manoel.ricardo@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

Paulo Cesar Magalhaes

Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Ecofisiologia
paulo.magalhaes@embrapa.br

Paulo Afonso Viana

Superior Em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Entomologia
paulo.viana@embrapa.br

Renato Lara de Assis

Professor do Instituto Federal Goiano
assis@bol.com.br

Rodrigo Veras da Costa

Superior Em Agronomia, doutorado Em Ciências, mestrado Em Ciências, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Doenças
rodrigo.veras@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

Daniel Pereira Guimaraes

Superior Em Engenharia Florestal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo
daniel.guimaraes@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

Daniel Pereira Guimaraes

Superior Em Engenharia Florestal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo
daniel.guimaraes@embrapa.br

Alyne Oliveira Lavinsky

Agronomia , Dr. , Fisiologia
alinelavinsky@gmail.com

Expediente

Embrapa Milho e Sorgo

Comitê de publicações

Sidney Netto Parentoni
[Presidente](#)

Israel Alexandre Pereira Filho
[Secretário executivo](#)

Flávia Cristina dos Santos
Guilherme Ferreira Viana
Eliane Aparecida Gomes
Flávio Tardin
Paulo Afonso Viana
Rosângela Lacerda de Castro
[Membros](#)

Corpo editorial

Israel Alexandre Pereira Filho
[Editor\(es\) técnico\(s\)](#)

Guilherme Ferreira Viana
[Revisor\(es\) de texto](#)

Rosângela Lacerda de Castro
[Normalização bibliográfica](#)

Márcio Barbosa Guimarães Cota Junior
Arnaldo Macedo Pontes
[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](#)