

### III. IMPORTÂNCIA DO MILHO SAFRINHA E DOS CULTIVOS ALTERNATIVOS

Claudinei **Kappes** <sup>(2)</sup>

Fábio Benedito **Ono** <sup>(2)</sup>

Rayane Gabriel da **Silva** <sup>(1)</sup>

#### RESUMO

Nos principais estados produtores de grãos têm sido comum o cultivo de milho safrinha na sucessão com soja. São duas culturas de alto sinergismo ao considerar-se aspectos operacionais, econômicos e técnicos. No presente capítulo serão abordados os principais aspectos técnicos que retratam a importância do milho safrinha e dos cultivos alternativos nos sistemas de produção. Embora a sucessão soja-milho safrinha seja predominante, resultados têm sido satisfatórios quando o milho safrinha compõe esquemas de rotação de culturas, integração lavoura-pecuária e sistemas de cultivos alternativos. Por ser uma gramínea com sistema radicular profundo e volumoso, de rápido crescimento e elevado potencial de produção de biomassa, o milho safrinha propicia diversos benefícios agrônômicos. Sua contribuição no campo pode ser percebida no estabelecimento da cultura da soja, sobretudo em anos com má distribuição de chuvas; na fertilidade química, física e biológica do solo, na ciclagem de nutrientes e na sanidade das culturas sucessoras. O milho safrinha é o “alicerce” dos sistemas de produção de culturas anuais e tem contribuído para a construção de ambientes eficientes ao longo do tempo. Sorgo, girassol, feijão, gergelim e culturas de cobertura e/ou de inverno podem substituir

---

<sup>(1)</sup> Pesquisadores, NemaBio Laboratório e Pesquisa Agronômica, CEP 78556-106, Sinop - MT. claudinei.kappes@nemabio.com.br; rayane.gabriel@nemabio.com.br

<sup>(2)</sup> Pesquisador, Fundação MT, CEP 78750-360, Rondonópolis - MT. fabioono@fundacaomt.com.br

o milho safrinha em áreas que não condicionam época adequada para a semeadura do milho, cujas finalidades podem ser variadas.

**Palavras-chave:** sucessão de culturas, sistemas consorciados, culturas de cobertura.

## 1. INTRODUÇÃO

A partir da safra 2011/12, o milho safrinha passou a ser o maior responsável pela área cultivada e produção brasileira de milho. O destaque vai para a região Centro-Oeste, que nos últimos 10 anos viu sua área de milho safrinha saltar de 4,5 milhões de hectares em 2012 para 9,6 milhões de hectares em 2021, aumento de 113%. No mesmo período, a produção do cereal passou de 25,4 milhões para 46,1 milhões de toneladas, incremento de 82%, de acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2021).

Nas principais regiões produtoras, o milho safrinha é cultivado após a soja. São duas culturas que apresentam alto sinergismo ao considerar-se aspectos operacionais (otimização no uso de máquinas, equipamentos e infraestrutura), econômicos (duas receitas financeiras por ano) e técnicos. Neste último, a soja contribui com o aporte de N biológico ao milho e o milho favorece a soja pelo seu sistema radicular profundo e volumoso (melhorias na fertilidade do solo), oferta de quantidades satisfatórias de palhada (controle de erosão, viabilização do sistema de semeadura direta e favorecimento no estabelecimento das culturas) e redução nas populações de nematoides, a depender das espécies na área.

Apesar da sucessão soja-milho safrinha ser o sistema predominante, os resultados têm sido muito satisfatórios quando o milho safrinha passa a compor esquemas de rotação de culturas, integração lavoura-pecuária (ILP) e sistemas de cultivos alternativos. Devido a este sucesso dinâmico, o milho safrinha é considerado o “alicerce” dos sistemas de produção de culturas anuais e tem contribuído para a construção de ambientes eficientes ao longo do tempo.

Áreas que não condicionam época adequada para a semeadura do milho safrinha devem ser exploradas com culturas mais eficientes no uso da água, como sorgo, milheto, braquiária, gergelim, girassol e culturas de cobertura e/ou de inverno, cujas finalidades podem variar desde produção de grãos, silagem, manejo de nematoides, cobertura do solo, ciclagem de nutrientes, incremento de matéria orgânica e N ao solo, até a ILP.

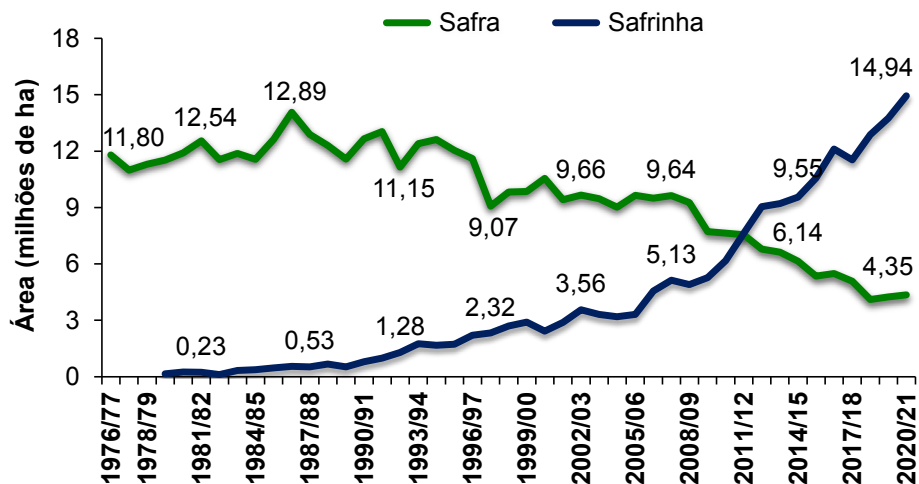
No presente capítulo serão abordados os principais aspectos técnicos que revelam a importância da inserção do milho safrinha e dos cultivos alternativos nos sistemas de produção.

## **2. PANORAMA DA PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL**

A semeadura de milho no Brasil ocorre, basicamente, em duas épocas: primeira safra (ou safra de verão) e segunda safra (ou safrinha). A semeadura de verão é realizada em todos os estados no período chuvoso, que ocorre entre setembro e outubro na região Sul, e entre outubro e novembro nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. No Nordeste, esse período ocorre no início do ano. A safrinha refere-se ao milho de sequeiro, semeado extemporaneamente, geralmente de janeiro a março ou até, no máximo, meados de abril, quase sempre depois da soja e predominantemente nos estados da região Centro-Oeste, no Paraná e na região paulista do Médio Paranapanema.

### **2.1. Área cultivada, produção e produtividade**

Nos últimos anos tem-se verificado decréscimo nas áreas cultivadas na primeira safra, mas compensado pelo aumento da semeadura no período da safrinha (Figura 1). Os dados da Conab apontaram um marco importante na safra 2011/12, em que o milho safrinha passou a ser o maior responsável pela área cultivada e produção nacional de milho.



**Figura 1.** Área cultivada de milho safra e safrinha no Brasil no período de 1976/77 a 2020/21. Fonte: Elaborado a partir dos dados da “Série Histórica das Safras” da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2021).

A produção brasileira de milho total (safra e safrinha) nos últimos 10 anos passou de 57,4 milhões de toneladas na safra 2010/11 para 102,6 milhões de toneladas na safra 2019/20 (aumento de 78,7%). Em relação à área cultivada, nesse mesmo período, houve acréscimo de 34,2%, passando de 13,81 milhões de hectares para 18,53 milhões de hectares. O incremento da produção nacional de milho é justificado não apenas pelo aumento da área cultivada, mas também pelo aumento da produtividade. Na safra 2010/11, a produtividade média era de 4.158 kg ha<sup>-1</sup>, passando para 5.537 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2019/20 (Conab, 2021), ou seja, um acréscimo de 33,2%. Portanto, a produtividade apresentou, na última década, um avanço expressivo e muito similar ao da área cultivada.

Na escalada da produção brasileira de milho pelas regiões é clara uma forte subida em direção à área central do País. O Centro-Oeste, que há 20 anos aparecia em terceiro lugar geral, atrás do Sul e do Sudeste, há alguns anos ocupa a primeira posição e vem ampliando diferenças com o avanço da safrinha (Kist et al., 2018).

Nos últimos 10 anos, a área de milho safrinha no Centro-Oeste passou de 4,5 milhões de hectares em 2012 para 9,6 milhões de hectares em 2021, aumento de 113%. No mesmo período, a produção saltou de 25,4 para 46,1 milhões de toneladas, representando incremento de 82%, de acordo com dados da Conab (2021). Tal evolução consagra esta região como a detentora da maior área cultivada, produção e produtividade de milho safrinha do Brasil.

Os estados que mais cultivam milho safrinha, em ordem decrescente são: Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás. Juntos, esses foram responsáveis por 81% de toda área de milho cultivada na safrinha de 2021 no Brasil. Mato Grosso, que há duas décadas estava na segunda posição na classificação geral na produção de milho safrinha no País, aparece em 2021 com folga na primeira colocação, com 32,8 milhões de toneladas, sendo responsável por 55,2% do total produzido no País nesta época de cultivo. Depois, se consolidaram como o segundo e terceiro maiores produtores nacionais os estados do Goiás e Paraná, com 6,8 milhões e 6,5 milhões de toneladas em 2021, respectivamente.

O uso de cultivares precoces de soja, com conseqüente favorecimento da época de semeadura do milho; lançamentos de híbridos com alta performance e elevado potencial produtivo; melhoria do manejo fitossanitário; correção química do solo; adoção da adubação em superfície; consolidação da semeadura direta e de novas práticas de manejo do solo; adaptação dos sistemas de produção às condições climáticas desfavoráveis; desenvolvimento de tecnologias e de implementos agrícolas com elevado rendimento operacional; e condições edafoclimáticas favoráveis, são os principais aspectos agrônômicos que permitiram o avanço do nível tecnológico e a expansão na área de cultivo e produção de milho safrinha no Centro-Oeste brasileiro.

### **3. INSERÇÃO DO MILHO SAFRINHA NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

A inserção do milho safrinha nos mais variados sistemas de produção tem adquirido cada vez mais importância em consequência dos benefícios gerados. Nos principais estados produtores de grãos têm sido muito comum o cultivo de milho safrinha na sucessão com soja. Mas, tanto na pesquisa quanto em lavouras comerciais, os resultados têm sido muito satisfatórios quando o milho safrinha passa a compor esquemas de rotação de culturas, ILP e sistemas de cultivos alternativos.

#### **3.1. O milho na sucessão com soja**

Até o final da década de 1980 na região Centro-Oeste predominava-se a utilização de cultivares de soja consideradas tardias, com ciclo variando de 130 a 150 dias, que associadas à semeadura no mês de novembro e à colheita concentrada no mês de março, adentrando a abril, não permitia agronomicamente a implantação do milho em sua sucessão. Com o passar dos anos, os sistemas de produção foram evoluindo e a antecipação da época de semeadura da soja, associada ao uso de cultivares de menor ciclo, permitindo, gradativamente, a expansão do cultivo de milho safrinha.

No início da década de 1990, o milho safrinha começou a ser inserido nos sistemas de produção com soja no Centro-Oeste devido à aptidão agrícola das áreas e ao uso de cultivares de soja com menor ciclo, atendendo o desejo que o produtor tinha em cultivar algo após a colheita desta leguminosa e o anseio em maximizar o uso de sua infraestrutura técnico-operacional. Porém, as produtividades de milho nessa época eram muito baixas, devido à ausência de híbridos produtivos adaptados, baixo investimento tecnológico, uso de cultivares de ciclo longo (140 a 160 dias) que, associadas à semeadura tardia, a partir de meados de março, limitavam a obtenção de altas produtividades.

A chegada da ferrugem-asiática-da-soja na safra 2001/02 foi um marco catastrófico para a sojicultura brasileira. Mas, em contrapartida, teve contribuição relevante para o sucesso do cultivo do milho safrinha, pois foi responsável por desencadear duas estratégias de manejo: (i) o deslocamento ou antecipação da época de semeadura da soja para o final de setembro e o início de outubro; e (ii) o estímulo ao produtor em exigir, junto aos programas de melhoramento genético, o lançamento de cultivares de soja ainda mais precoces. Portanto, as duas estratégias de manejo foram baseadas no “escape” da doença e ainda hoje são táticas eficazes para o sucesso em seu manejo, além do uso de fungicidas via aplicações foliares e do vazio sanitário. Com a adoção destas estratégias de manejo, o milho conquistou espaço e passou a se beneficiar por uma época mais adequada de semeadura no período de safrinha, culminando em maiores produtividades. Via de regra, quanto mais cedo sua semeadura é realizada, menores são os riscos de perdas de produtividade por restrições hídricas no Mato Grosso, Goiás e região Norte do Mato Grosso do Sul e por geada no Paraná e região Sul do Mato Grosso do Sul. A produtividade do milho safrinha começa a ser definida no planejamento de semeadura da soja.

O sucesso dos produtores pioneiros do milho safrinha foi responsável pelo aparecimento de muitos seguidores, notadamente os interessados na comercialização do produto. Atualmente, é inquestionável que a soja é a principal cultura dos estados que mais cultivam milho safrinha. Contudo, é possível afirmar que se o produtor tivesse insistido no monocultivo de soja, prática amplamente realizada no passado, os níveis de produtividade desta leguminosa seriam muito menores que os registrados na atualidade. A quantidade de palhada deixada pela soja após sua colheita é pequena, que aliada à sua rápida decomposição (baixa relação C/N), é um problema para viabilizar o sistema de semeadura direta. Para contornar essa dificuldade, a soja deve compor esquemas de sucessão e/ou rotação de culturas adequadamente planejados, os quais devem propiciar uma boa cobertura do solo e a sua suficiente reposição.

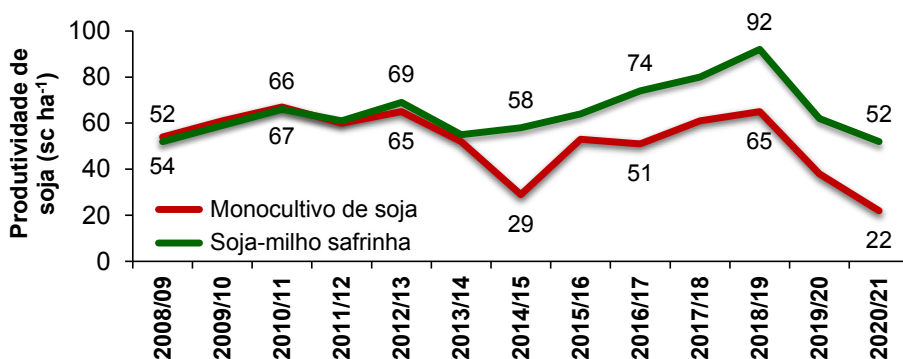
Por outro lado, a considerável quantidade de palhada deixada pelo milho safrinha tem contribuído para a construção de sistemas de produção eficientes ao longo do tempo, mediante ciclagem de nutrientes, manutenção da fertilidade, umidade e temperatura do solo, diversificação biológica, diminuição do risco de erosão e perda de nutrientes e incremento da capacidade de absorção de água. Por apresentar relação C/N maior que a da soja, a taxa de decomposição da palhada do milho é mais lenta, proporcionando proteção do solo por maior período de tempo. Portanto, a inserção do milho em época de safrinha, nos mais variados sistemas de produção, teve contribuição fundamental e está sendo um dos fatores responsáveis por viabilizar o sistema de semeadura direta e o cultivo de soja em sua sucessão.

Com o objetivo de estabelecer estratégias de manejo adequadas em ambientes de Cerrado, desde a safra 2008/09, a Fundação MT tem conduzido pesquisas com sistemas de produção em um Latossolo Vermelho muito argiloso e de fertilidade construída. Em uma destas pesquisas, observou-se perdas significativas de produtividade de soja a partir da sétima safra quando o milho safrinha não foi inserido em sua sucessão (Figura 2). Essa observação ajuda a compreender o motivo de que nos últimos cinco anos, ao redor de 50% da área semeada com soja no Mato Grosso foi ocupada com milho safrinha em sucessão. O milho safrinha quando inserido na sucessão com soja, além de ter proporcionado aumento de produtividade desta leguminosa, havendo safra com mais de 90 sc ha<sup>-1</sup> (2018/19), gerou receita financeira adicional em comparação ao monocultivo de soja, uma vez que ao longo das 13 safras, a produtividade de milho safrinha foi de 122 sc ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

As produtividades de soja sob monocultivo e sucessão com milho safrinha foram semelhantes nas seis primeiras safras do estudo (Figura 2), as quais são justificadas pelo efeito tamponante do sistema (solo muito argiloso e de fertilidade construída no momento da instalação do experimento) e pelo histórico de cultivo da área (sistema soja-milho safrinha sob semeadura direta por muitos anos e com baixa incidência de nematoides), garantindo considerável longevidade produtiva do

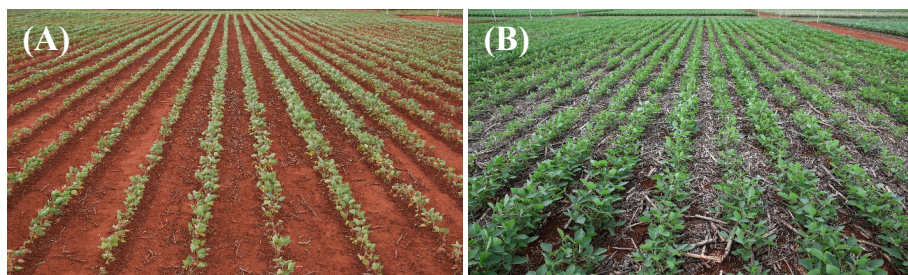


monocultivo de soja. Em solos de textura média e arenosa, cuja dependência de palhada na superfície e de matéria orgânica é alta, e/ou com alta população de certas espécies de nematoides, provavelmente as perdas de produtividades de soja sob monocultivo seriam constatadas nos primeiros anos quando comparadas à sucessão soja-milho safrinha.



**Figura 2.** Produtividade de soja (safras 2008/09 a 2020/21) sob monocultivo e sucessão soja-milho safrinha ao longo de 13 safras no Mato Grosso. Fonte: Fundação MT (2021) - dados não publicados.

A figura 3 revela o aspecto visual da cultura da soja em fases vegetativas de desenvolvimento sob monocultivo e sucessão com milho safrinha na décima terceira safra do estudo, ocasião com má distribuição de chuvas em que a diferença produtiva entre tais sistemas de produção foi de 30 sc ha<sup>-1</sup> de soja.



**Figura 3.** Cultura da soja sob monocultivo (A) e sucessão com milho safrinha (B) na décima terceira safra do estudo, ocasião com má distribuição de chuvas. Foto: Ono, F. B. e Fundação MT (2020/21).

Na sucessão com milho safrinha, a soja sempre foi considerada de maior relevância econômica de que o milho, justificando maiores investimentos em adubação e manejo fitossanitário. Porém, em termos de correção do solo e adubação neste cultivo sucessivo, deve-se considerar que ambas as culturas têm igual relevância e uma sub-adubação do milho, além de impactar diretamente em sua produtividade, também poderá interferir no desempenho da soja. Na figura 4 é possível verificar menor desenvolvimento de plantas de soja quando houve aplicação de baixas doses de N no milho safrinha (0 e 30/50 kg ha<sup>-1</sup>) ao longo de oito anos consecutivos. Nesse caso, o manejo contínuo com baixas doses de N acarretou o empobrecimento do solo quanto ao estoque de N, afetando diretamente a soja, cultura que demanda quantidades elevadas do elemento.



**Figura 4.** Plantas de soja no estágio reprodutivo em função de doses de N aplicadas no milho safrinha ao longo de oito anos consecutivos (primeira dose aplicada nos cinco primeiros anos e segunda dose aplicada nos três últimos anos do estudo). Foto: Ono, F. B. e Fundação MT.

No sétimo ano do estudo (safra 2019/20) observou-se tendência de maiores produtividades de soja com o aumento da dose de N aplicada

no milho safrinha (Tabela 1). Na safra seguinte, a produtividade de soja incrementou, significativamente, à medida que se aumentou as doses de N no milho. A aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N no milho incrementou em 8,9 sc ha<sup>-1</sup> (15,8%) a produtividade de soja em comparação a ausência da adubação nitrogenada. Esses resultados revelam que uma boa produtividade de soja depende de uma boa nutrição nitrogenada do milho. Certamente, além dos efeitos diretos do N no sistema solo-planta, o elemento pode ter favorecido maiores produções de biomassa seca de parte aérea e o aprofundamento de raízes do milho no subsolo, bem como maiores taxas de ciclagem de nutrientes para a soja.

**Tabela 1.** Produtividade de soja (safra 2017/18 a 2020/21) em função de doses de N aplicadas no milho safrinha ao longo de oito anos consecutivos

T	N no milho safrinha		2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		----- Produtividade de soja (sc ha <sup>-1</sup> ) -----			
1	0	0	81,2	92,1	63,9	56,3 b
2	30 <sup>(1)</sup>	50 <sup>(2)</sup>	79,9	92,5	65,8	57,4 b
3	60 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(2)</sup>	79,6	91,7	67,7	61,6 ab
4	90 <sup>(1)</sup>	150 <sup>(2)</sup>	79,1	91,4	69,7	65,2 a
Teste F (P>F) <sup>(3)</sup>			ns	ns	ns	**
CV (%)			5,4	6,0	11,1	9,4

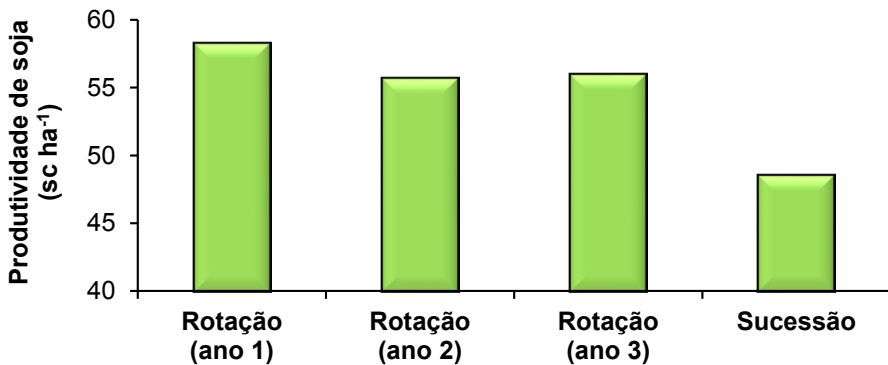
<sup>(1)</sup> Dose aplicada nos cinco primeiros anos do estudo. <sup>(2)</sup> Dose aplicada nos três últimos anos do estudo. <sup>(3)</sup> ns - não significativo; \*\* - significativo a 1% de probabilidade. CV - coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,1). Fonte: Fundação MT (2021) - dados não publicados.

### 3.2. O milho na rotação de culturas

Por ser uma cultura de valor econômico, o milho se tornou alternativa viável na composição dos sistemas de rotação de culturas com soja e algodão. Contudo, a definição em inserir o milho na rotação de culturas não pode ser feita simplesmente pelo interesse econômico (anos em que o mercado apresenta bons preços), uma vez que entre a

semeadura e a colheita, mudanças podem acontecer e trazer frustrações financeiras ao produtor. Os critérios técnicos devem ser considerados no planejamento da rotação de culturas com milho.

A inserção do milho em sistemas de rotação de culturas traz vários benefícios, como a manutenção da fertilidade do solo, diversificação biológica do sistema, redução na população de determinadas espécies de nematoides, diminuição do risco de erosão e perda de nutrientes, incremento da capacidade de absorção de água e da produtividade das culturas. Franchini et al. (2011) constataram respostas positivas da soja à rotação de culturas, particularmente quando cultivada após o milho de verão (Figura 5). Considerando a produtividade média da soja no sistema de rotação com milho em relação à observada na sucessão com trigo, o ganho acumulado na produtividade da oleaginosa correspondeu a 17%. Conforme tais pesquisadores, os efeitos positivos da rotação de culturas sobre a produtividade de soja podem ser atribuídos à recuperação da qualidade do solo devido a maior produção de biomassa da parte aérea e raízes pelas culturas da aveia e do milho, e ao fornecimento adicional de N pela leguminosa antecedendo ao milho.



**Figura 5.** Produtividade média de soja (safras 1991/92 a 2008/09) em função do tempo após o cultivo do milho de verão, no sistema de rotação tremoço-milho / aveia-soja / trigo-soja / trigo-soja e no sistema de sucessão trigo-soja. A produtividade refere-se à média de cinco safras para as condições ano 1 e ano 2 após o milho, quatro safras para a condição ano 3 após o milho de verão e 21 safras para a sucessão trigo/soja. Fonte: Adaptado de Franchini et al. (2011).

### **3.3. O milho na integração lavoura-pecuária**

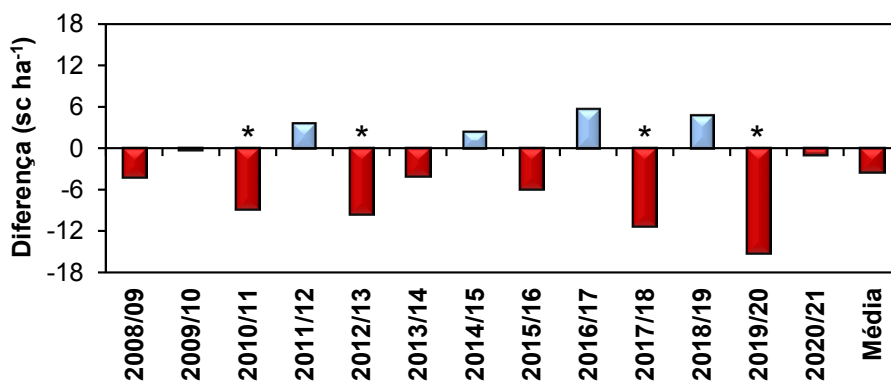
Nas últimas safras, a técnica de produção que integra a lavoura com a pecuária tem caído no gosto de técnicos e produtores, principalmente em regiões de Cerrado, onde existem áreas extensas de pecuária sendo subutilizadas ou com pastagens apresentando algum grau de degradação. Nessas condições, o consórcio de milho com braquiária é uma alternativa que reduz os custos de implantação do pasto e propicia a produção de forragem de melhor qualidade. Outros fatores que têm contribuído para o aumento do número de adeptos desse sistema são o grande potencial produtivo e a finalidade que esse cereal apresenta, seja para produção de grãos (comercialização direta do produto) ou na forma de silagem para alimentação animal dentro da propriedade.

No sistema consorciado, com o início do secamento das folhas do milho ocorre maior penetração de luz, estimulando o rápido crescimento da braquiária. O produtor deve ficar atento nesta fase, uma vez que o atraso da colheita favorecerá o crescimento excessivo da braquiária, gerando transtornos operacionais. Após a colheita do milho, o produtor poderá optar em disponibilizar a braquiária para o pastejo, que por sinal é de ótima qualidade no período de entressafra, ou deixar a braquiária se desenvolver (sem pastejo), visando a produção de palhada para o sistema de semeadura direta.

Na maioria dos casos o milho safrinha leva vantagem quando comparado a outras culturas consorciadas com braquiárias. Alvarenga et al. (2006) afirmaram que uma destas vantagens é a competitividade no consórcio, visto que o porte alto das plantas de milho, depois de estabelecidas, exerce pressão sobre as demais espécies. A altura de inserção da espiga permite que a colheita seja realizada sem problemas, pois a regulagem mais alta da plataforma diminui os riscos de embuchamento. Somando-se a isto, segundo os referidos pesquisadores, com a disponibilidade de herbicidas gramínicos pós-emergentes, seletivos ao milho, é possível obter resultados excelentes com o consórcio de milho e braquiária. Ainda, a redução de espaçamento em

sistema consorciado tem a vantagem de desenvolver um pasto com melhor formação.

Em sistemas utilizando o milho consorciado com braquiária, Bitencourt e Theodoro (2018) consideraram não haver prejuízos na produtividade. Ao longo de 13 safras em solo argiloso, resultados da Fundação MT demonstraram que nessa modalidade de cultivo e com manejo do crescimento da braquiária (“travamento” com herbicidas) visando atenuar a competição interespecífica, o milho safrinha atingiu produtividades superiores às obtidas sob cultivo solteiro em quatro safras (Figura 6). Nas demais, a braquiária reduziu a produtividade do milho. Apesar do resultado não ser benéfico do ponto de vista isolado, o produtor deve ter visão sistêmica ao adotar tal sistema, uma vez que as gramíneas auxiliam na preservação da saúde do solo por meio do acúmulo de matéria orgânica e, conseqüentemente, melhora os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, potencializando a produtividade da cultura seguinte.



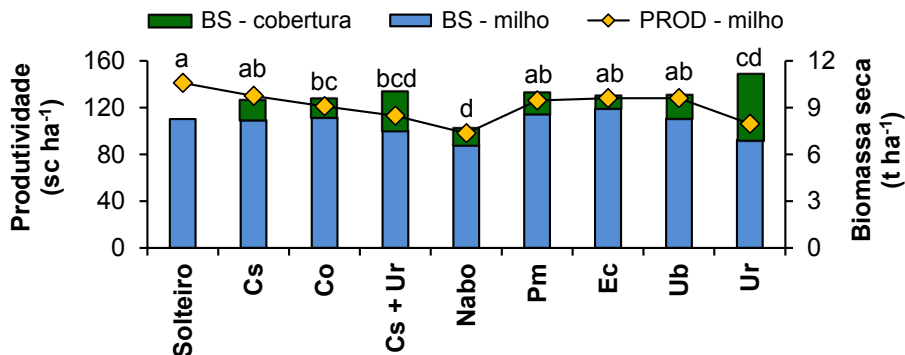
**Figura 6.** Diferença de produtividade de milho safrinha entre o cultivo solteiro e o consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) ao longo de 13 safras no Mato Grosso. O asterisco (\*) indica diferença significativa (teste de Tukey,  $p \leq 0,1$ ) entre a produtividade de milho no cultivo solteiro e consorciado com braquiária. Barras em vermelho indicam produtividades menores no consórcio de milho com braquiária em relação ao cultivo solteiro. Barras em azul indicam o contrário. Fonte: Fundação MT (2021) - dados não publicados.

Neste mesmo estudo da Fundação MT, um aspecto importante foi a produção de palhada ao longo das 13 safras. O milho safrinha sob cultivo solteiro teve uma produção de 8,3 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, ao passo que o milho consorciado produziu 11,9 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (7,9 t ha<sup>-1</sup> de palhada oriunda do milho e 4,0 t ha<sup>-1</sup> da braquiária). Esses resultados demonstram claramente que uma das maneiras eficazes para aumentar a oferta de palhada visando a proteção do solo ou a oferta de forragem para alimentação animal na ILP é a adoção do milho consorciado com braquiária.

### **3.4. O milho em sistemas de cultivos alternativos**

Entre as culturas comerciais, o milho é a que mais tem sido consorciada com outras espécies, buscando o aumento de carbono no solo, cobertura do solo, diversificação de culturas, ciclagem de nutrientes, otimização de recursos, diminuição da compactação do solo, aumento da atividade biológica, entre outros benefícios. Além do milho com braquiária, outros sistemas de cultivos alternativos têm sido os consórcios de milho com as crotalárias (*Crotalaria ochroleuca*, *C. spectabilis* e *C. breviflora*), visando aumento do aporte de N biológico no solo e o manejo de nematoides.

Resultados obtidos pela Aprosoja Mato Grosso e Fundação MT mostraram que, em solo de textura média, o milho safrinha sob cultivo solteiro apresentou maior produtividade em comparação ao seu consórcio simultâneo com gramíneas, leguminosas e crucífera (Figura 7). A menor produtividade de milho foi constatada em seu consórcio com nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), o que é justificada pelo efeito alelopático (inibitório) desta crucífera.



**Figura 7.** Produtividade de grãos (PROD) e biomassa seca total (BS) de parte aérea do milho safrinha e de culturas de cobertura consorciadas com o cereal na safrinha 2019. Letras distintas indicam diferença significativa entre os sistemas consorciados para produtividade de milho (teste de Tukey,  $p \leq 0,1$ ). Cs = *Crotalaria spectabilis*; Co = *Crotalaria ochroleuca*; Pm = *Panicum maximum* cv. Massai; Ec = *Eleusine coracana* (capim-pé-de-galinha); Ub = *Urochloa brizantha*; Ur = *Urochloa ruziziensis*. Fonte: Aprosoja Mato Grosso e Fundação MT (2019) - dados não publicados.

Quando consorciado com *C. spectabilis*, *P. maximum* cv. Massai, *E. coracana* (capim-pé-de-galinha) e *U. brizantha*, as produtividades do milho foram estatisticamente semelhantes à do cultivo solteiro (Figura 7), mas com vantagem para os cultivos consorciados devido a maior produção de biomassa seca total para o sistema de produção. O milho consorciado com *U. ruziziensis*, apesar de ter desfavorecido a produtividade do cereal provavelmente pela não adoção da técnica de “travamento” da braquiária via herbicidas, foi o sistema que propiciou maior produção de biomassa seca total.

No presente trabalho, todas as culturas de cobertura (exceto nabo-forrageiro) em consórcio com o milho foram capazes de incrementar a oferta de biomassa seca quando comparadas com o milho solteiro (Figura 7), caracterizando tais sistemas como alternativas para o cultivo na safrinha. Novamente, o produtor deve ter visão sistêmica dos consórcios alternativos, pois a palhada das culturas de cobertura favorece a produtividade da cultura seguinte, mediante benefícios sobre a fertilidade e potencialização no uso da água e nutrientes do solo, sobretudo em ambientes frágeis (solos arenosos).



É importante ponderar que quando os consórcios de milho com culturas de cobertura não são manejados adequadamente (época e densidade de semeadura, modalidade de implantação, “travamento” com herbicidas, etc.), o desenvolvimento e a produtividade da cultura principal poderão ser afetados drasticamente e irreversivelmente, devido à competição por água, luz e nutrientes. Esses problemas são mais acentuados em solos arenosos.

Priorizar não perder produtividade do milho ou aumentar a quantidade de biomassa seca de parte aérea é uma decisão a ser realizada no planejamento dos consórcios, podendo-se considerar os preços de comercialização do cereal e as melhorias do ambiente de produção para as safras subsequentes.

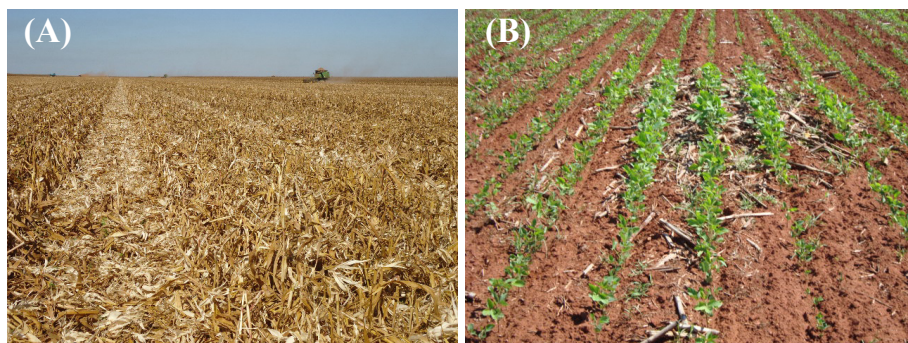
## **4. BENEFÍCIOS AGRONÔMICOS DO MILHO SAFRINHA**

Atendendo uma semeadura em época adequada, adubação equilibrada e sem a ocorrência de períodos prolongados de falta de água, o milho safrinha propicia diversos benefícios agronômicos aos sistemas de produção, os quais serão abordados a seguir.

### **4.1. No estabelecimento das culturas**

Um dos principais benefícios do milho safrinha aos sistemas de produção é proporcionado pela proteção do solo através da palhada deixada na superfície após a sua colheita (Figura 8A) e seu efeito no estabelecimento das culturas que o sucedem, principalmente diante de intempéries climáticas. Afinal, o atraso no início do período chuvoso, a ocorrência de períodos prolongados de veranicos, associados às altas temperaturas durante o ciclo das culturas de verão, têm sido comuns nas últimas safras nas principais regiões produtoras de grãos.

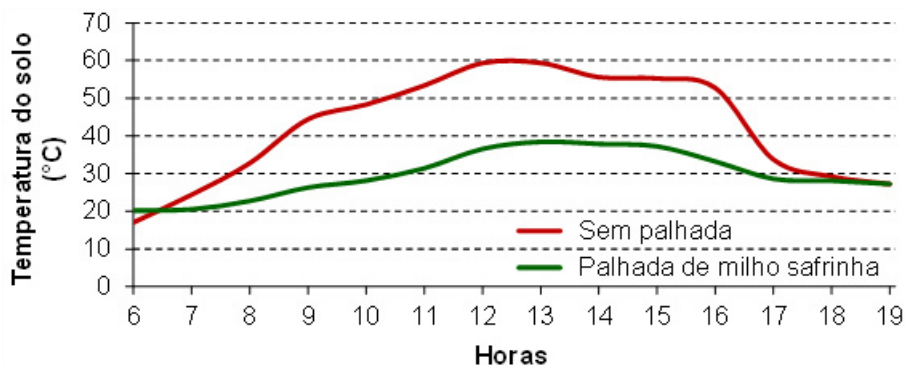
O milho safrinha geralmente aporta entre 7,0 e 9,0 t ha<sup>-1</sup> de biomassa seca de parte aérea. Essa quantidade é suficiente para garantir o adequado estabelecimento e desenvolvimento das culturas em sua sucessão sob ocorrência de veranicos. Na figura 8B é apresentada uma situação de lavoura comercial em solo argiloso e de fertilidade construída durante uma safra com má distribuição de chuvas, onde é possível constatar que o melhor estabelecimento e desenvolvimento inicial de plantas de soja está diretamente relacionado ao maior acúmulo de palhada do milho. Isso ocorreu, pois, a palhada protegeu o solo da ação direta dos raios solares, mantendo sua temperatura amena (menor amplitude térmica) e umidade, o que favoreceu a germinação das sementes e o estabelecimento das plantas. Contudo, em anos com boa distribuição de chuvas durante o desenvolvimento da cultura, esse efeito passa facilmente despercebido.



**Figura 8.** Solo coberto com palhada de milho safrinha (A) e sua contribuição no estabelecimento e desenvolvimento de plantas de soja em solo argiloso (B) em ano com má distribuição de chuvas. Foto: Kappes, C. e Fundação MT.

Na figura 9 é comprovado o benefício da palhada de milho em atenuar a temperatura do solo. São resultados médios da camada de 0 a 4 cm de um solo muito argiloso sob semeadura direta, cujas mensurações de temperatura foram realizadas em área sem e com palhada de milho safrinha. As leituras foram obtidas em diferentes horários durante

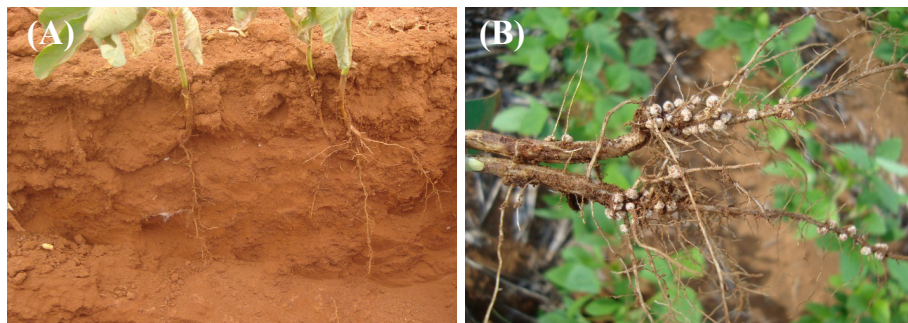
o dia, utilizando termômetro digital infravermelho. Percebe-se que a temperatura do solo no sistema com palhada de milho safrinha foi expressivamente menor em praticamente todos os horários.



**Figura 9.** Temperatura média na camada de 0 a 4 cm de um solo muito argiloso sob semeadura direta em diferentes horários, com e sem palhada de milho safrinha. Fonte: Kappes (2019) - dados não publicados.

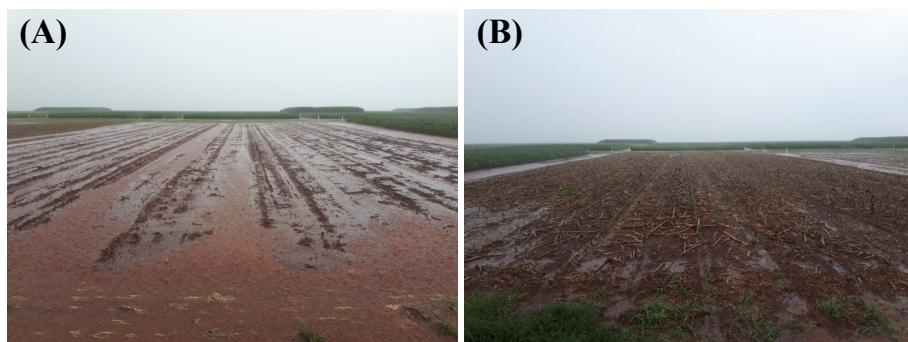
Outra informação importante é que a deposição das sementes da maioria das culturas anuais ocorre nesta camada de solo avaliada (0 a 4 cm), o que possibilita imaginar os impactos negativos que podem ocorrer devido à alta temperatura do solo sobre a germinação de sementes. A temperatura é considerada um dos fatores mais importantes para se obter alta taxa e uniformidade no processo de germinação de sementes, pois está relacionada diretamente com a absorção de água.

Temperaturas elevadas do solo podem afetar a absorção de nutrientes pelas plantas e o desenvolvimento das bactérias fixadoras de N atmosférico ( $N_2$ ), comprometendo a nodulação do sistema radicular da cultura da soja (Figura 10A). Por outro lado, a presença de palhada de milho safrinha na superfície do solo pode atenuar esse problema e/ou favorecer a nodulação (Figura 10B).



**Figura 10.** Área antiga de cultivo com plantas de soja sem nodulação devido à ausência de palhada, escassez hídrica e alta temperatura do solo (A) e plantas apresentando boa nodulação no sistema radicular devido à presença de palhada de milho safrinha (B). Foto: Kappes, C.

A palhada de milho também protege o solo da ação desagregadora do impacto das gotas de água das chuvas, reduzindo a erosão e aumentando sua infiltração no solo. Na figura 11A é possível observar presença de erosão laminar em consequência da ausência de palhada sobre a superfície do solo, ao passo que na figura 11B este problema não ocorre devido à presença de palhada de milho safrinha. Ambas as situações são de um solo muito argiloso e foram registradas no mesmo dia, após uma chuva de 55 mm.



**Figura 11.** Erosão laminar em consequência da ausência de palhada (A) e ausência de erosão devido à presença de palhada de milho safrinha na superfície do solo (B). Foto: Kappes, C. e Fundação MT.

## 4.2. Na fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes

Os principais benefícios do milho safrinha na fertilidade do solo estão relacionados ao seu rápido crescimento e elevado potencial de produção de palhada (controle de erosão e disponibilização de nutrientes), sistema radicular profundo e volumoso, manutenção e/ou incremento dos níveis de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes residuais e preservação da saúde ou qualidade do solo. Nesse contexto, a matéria orgânica e a atividade enzimática estão entre os principais bioindicadores da qualidade do solo.

Após oito safras do experimento de rotação de culturas conduzido pela Fundação MT, foi possível constatar que a inserção do milho safrinha no sistema de produção propiciou 1,3 vez mais matéria orgânica e 3,9 e 2,1 vezes mais atividade das enzimas arilsulfatase e  $\beta$ -glicosidase, respectivamente, do que o monocultivo de soja (Tabela 2), ambos os sistemas em semeadura direta. Tais resultados mostram, portanto, que a inserção do milho safrinha manteve o solo com mais atividade biológica nesse período, refletindo em maiores produtividades de soja, como discutido anteriormente (Figura 2).

**Tabela 2.** Matéria orgânica e atividade das enzimas arilsulfatase e  $\beta$ -glicosidase em amostras de solo<sup>(1)</sup>, na camada de 0 a 10 cm, em sistemas de produção sob monocultivo de soja e sucessão soja-milho safrinha em semeadura direta

Bioindicador	Monocultivo de soja	Sucessão soja-milho safrinha	Diferença
Matéria orgânica do solo <sup>(2)</sup>	2,7	3,5	1,3 vezes
Arilsulfatase <sup>(3)</sup>	16	62	3,9 vezes
$\beta$ -glicosidase <sup>(3)</sup>	30	64	2,1 vezes

<sup>(1)</sup> Amostragem realizada no mês de setembro (período de entressafra). <sup>(2)</sup> Valores são expressos em %. <sup>(3)</sup> Valores são expressos em  $\mu\text{g}$  de p-nitrofenol  $\text{g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ . Fonte: Embrapa Cerrados e Fundação MT (2016) - dados não publicados.

Decorridos sete anos da instalação do experimento de rotação de culturas da Fundação MT, é perceptível as melhorias na estrutura do solo com a introdução do milho safrinha (Figura 12A) em comparação ao monocultivo de soja (Figura 12B). Comprova-se, desta maneira, com os resultados de bioindicadores de qualidade de solo, aspectos visuais e produtivos das culturas envolvidas, que o sistema soja-milho safrinha pode não ser o ideal quando se pensa na longevidade e sustentabilidade dos sistemas de produção, mas é muito melhor do que o monocultivo predominantemente praticado no início da agricultura no Cerrado.

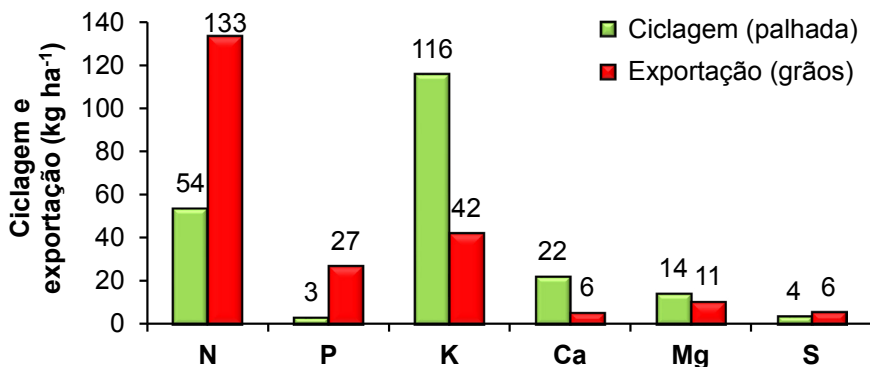


**Figura 12.** Aspecto visual do solo, na camada de 0 a 10 cm, nos sistemas de produção com sucessão soja-milho safrinha (A) e monocultivo de soja (B) em semeadura direta, decorridos sete anos da instalação de tais sistemas. Foto: Kappes, C. e Ono, F. B.

As raízes do milho safrinha, por serem densas e fibrosas, agem como ferramentas descompactadoras e aeradoras, impactando na agregação e estruturação do solo. A tendência é que ocorram melhorias na qualidade química, física e biológica dos solos, através do aumento da taxa de infiltração da água (redução da erosão), capacidade de retenção de água e enraizamento das culturas subsequentes. Uma boa estrutura do solo é obtida pelo aumento da matéria orgânica, produção, permanência e decomposição da biomassa seca de parte aérea e do sistema radicular, além da redução do tráfego de máquinas e redução do impacto das gotas de água das chuvas no solo.



Outro importante benefício das raízes do milho safrinha está relacionado à ciclagem de nutrientes residuais, devido ao seu crescimento em profundidade. São capazes de acessarem camadas do solo nas quais as raízes de soja, por exemplo, dificilmente alcançam, absorvendo nutrientes e disponibilizando-os na superfície após a decomposição da palhada. Esse benefício se torna ainda mais marcante quando se trata de nutrientes facilmente lixiviados, como é o caso do N e K. Na figura 13 são apresentados valores de ciclagem e exportação de macronutrientes pelo milho safrinha. Para alcançar produtividade de 7,81 t ha<sup>-1</sup> de grãos, a cultura produziu 7,79 t ha<sup>-1</sup> de palhada e extraiu um total de 158 kg ha<sup>-1</sup> de K, dos quais 42 kg ha<sup>-1</sup> (27%) foram exportados nos grãos e 116 kg ha<sup>-1</sup> ficaram na palhada. Dessa forma, boa parte do K permanece no sistema de produção, ficando quase que prontamente disponível para a cultura posterior, caracterizando o milho como uma “bomba” cicladora de K.



**Figura 13.** Ciclagem e exportação média (n = 96) de macronutrientes pelo milho safrinha para produtividades de 7,79 e 7,81 t ha<sup>-1</sup> de palhada e grãos, respectivamente. Fonte: IPNI Brasil e Fundação MT (2018) - dados não publicados.

Foram absorvidos um total de 187 kg ha<sup>-1</sup> de N, dos quais 133 kg ha<sup>-1</sup> (71%) foram exportados nos grãos e 54 kg ha<sup>-1</sup> ficaram na palhada do milho (Figura 13). Quanto ao P, o total extraído foi consideravelmente menor comparado ao N e K. Contudo, 89% do P extraído foi exportado nos grãos, ficando muito pouco na palhada (3 kg ha<sup>-1</sup>). Quanto ao Ca e Mg, embora as quantidades extraídas

foram pequenas, 22 e 14 kg ha<sup>-1</sup> ficaram na palhada, ou seja, 80% e 58% foram devolvidos ao solo, respectivamente. No caso de milho destinado à produção de silagem, esse benefício na fertilidade química, através da ciclagem de nutrientes, não ocorre, pois todo material é removido da área.

### 4.3. Na sanidade das culturas sucessoras

Os sistemas de produção sob monocultivo favorecem, significativamente, a distribuição geográfica dos nematoides das galhas (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*), nematoides de cisto da soja (*Heterodera glycines*) e nematoides das lesões (*Pratylenchus brachyurus*). O milho safrinha implantado após a soja tem sido a principal alternativa econômica visando a diminuição das populações de *H. glycines* no solo, por se tratar de uma cultura não hospedeira. Em contrapartida, há quem aponta que o milho safrinha é o principal responsável pelo aumento de *P. brachyurus* na soja.

O monocultivo potencializa a incidência de plantas daninhas e doenças. O milho safrinha pode trazer alguns benefícios pelo fato de sua palhada propiciar proteção física do solo, impedindo e/ou retardando a emergência de muitas plantas daninhas, especialmente as classificadas como fotoblásticas positivas (necessitam da luz solar para germinarem), como é o caso da buva (*Conyza* spp.). No tocante às doenças, os benefícios do milho são atrelados à sua não multiplicação da maioria dos patógenos causadores de doenças em soja. Além disso, a palhada de milho sobre o solo atua como barreira aos propágulos de agentes causais de doenças, reduzindo a chance de inoculação das plantas por patógenos sobreviventes nos resíduos.

Na figura 14A é possível notar desfolha precoce do terço inferior do dossel da cultura da soja sob monocultivo devido à alta severidade de mancha-parda (*Septoria glycines*), favorecida pela condição de ausência de cobertura do solo. Por outro lado, quando o milho safrinha foi inserido no sistema, sua palhada passou a proteger o solo e a severidade de *S. glycines* na soja foi baixa (Figura 14B). Ambos os



sistemas foram em semeadura direta. É importante reportar que tem sido muito comum as leguminosas, o algodão e outras culturas anuais se beneficiarem pelas melhorias da sanidade que outras gramíneas proporcionam nos sistemas de produção, como as braquiárias.

De acordo com Jandrey et al. (2018), a palhada de milho diminui os patógenos causadores da podridão cinzenta (*Macrophomina phaseolina*), podridão radicular de fitoftora (*Phytophthora sojae*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e antracnose (*Colletotrichum truncatum*) na cultura da soja.



**Figura 14.** Desfolha precoce do terço inferior da cultura da soja sob monocultivo devido à alta severidade de mancha-parda (*S. glycines*) (A) e baixa severidade na sucessão soja-milho safrinha (B) em semeadura direta. Foto: Kappes, C.

## 5. CULTURAS DE COBERTURA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO SAFRINHA

Na maioria das situações, as áreas com solos argilosos são as primeiras a receberem a semeadura da soja. Trata-se de uma preferência técnica devido a maior capacidade de retenção e armazenamento de água que esses solos propiciam. Conseqüentemente, nessas áreas ocorrem as primeiras colheitas, tornando-as mais propícias ao cultivo de milho safrinha (melhor época de semeadura). Áreas com solos arenosos (<15% de argila) são as que recebem o fechamento de semeadura da soja, isto é, semeadas tardiamente. Portanto, não condicionam época adequada para a semeadura do milho safrinha.

Tecnicamente, na segunda safra, os solos arenosos não são recomendados para o cultivo de culturas anuais cuja finalidade é a produção de grãos, pois apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, baixa capacidade de armazenamento de água e retenção de nutrientes (baixa CTC) e alta susceptibilidade à erosão, que reduzem o potencial produtivo das culturas. Nesses ambientes peculiares, altamente dependentes da formação e manutenção de palhada na superfície, recomenda-se o uso de culturas de cobertura com diferentes finalidades: manejo de nematoides, cobertura do solo, ciclagem de nutrientes, incremento de matéria orgânica e N ao solo, ILP e outros cultivos alternativos.

Em solo arenoso mato-grossense, a soja semeada após estilossante (cultivado por 18 meses) apresentou melhor desenvolvimento (Figura 15A) e maior produtividade em relação ao cultivo após *U. brizantha* cv. Piatã (Figura 15B) e milho safrinha (Figura 15C). Nesse caso, vale salientar os efeitos do estilossante na diminuição das populações de nematoides, aumento de biomassa sobre a superfície do solo e o aporte considerável de N biológico no sistema, os quais são benefícios muito importante para o cultivo da soja em solos arenosos.



**Figura 15.** Desenvolvimento da cultura da soja na safra 2020/21 após estilossante (A), *U. brizantha* cv. Piatã (B) e milho safrinha (C). Foto: Ono, F. B.

A escolha das culturas de cobertura adaptadas às condições climáticas da região é de extrema importância. No Cerrado, bioma que apresenta estação seca (cinco a seis meses de período seco no inverno) e chuvosa bem definidas, a semeadura tardia pode prejudicar significativamente o desenvolvimento das plantas, diminuindo a

produção de biomassa. Além da semeadura em época adequada, outra estratégia que permite amenizar o problema de baixa produção de biomassa na safrinha é o uso de culturas de cobertura que apresentem rápido crescimento, capazes de aproveitar as últimas chuvas da estação e produzir significativa quantidade de biomassa, ou seja, que sejam eficientes no uso da água. Outras culturas, com baixa exigência hídrica, também podem substituir o milho safrinha, como é o caso do sorgo, girassol, feijão e gergelim.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O milho safrinha se faz muito importante nos mais variados sistemas de produção, pois favorece as culturas subsequentes com o seu sistema radicular profundo e volumoso, produção satisfatória de palhada, viabilizando o sistema de semeadura direta e favorecendo o estabelecimento das culturas, manutenção dos níveis de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes residuais e redução das populações de nematoides, a depender das espécies incidentes na área.

Resultados de pesquisa e em lavouras comerciais têm sido satisfatórios quando o milho safrinha passa a compor esquemas de rotação de culturas, ILP e sistemas de cultivos alternativos. Sorgo, girassol, feijão, gergelim e culturas de cobertura e/ou de inverno podem substituir de maneira eficaz o milho safrinha em áreas que não condicionam época adequada para a semeadura do milho, cujas finalidades podem ser variadas.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. Cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 106-126, 2006.

BITENCOURT, L. P.; THEODORO, G. F. A cultura do milho em sistemas integrados de produção agropecuária. In: MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ, 11., 2018. Campo Grande. **Anais [...]** Campo Grande: UFMS, 2018. p. 1-8.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: série histórica das safras. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>. Acesso em: 20 set. 2021.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52 p. (Documentos, 327).

JANDREY, D.; TISOT, B.; MADALUZ, J. C. **Cinco motivos para incluir milho na rotação de culturas visando a sustentabilidade da soja**. 2018. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/42/5-motivos-para-incluir-milho-na-rotacao-de-culturas-visando-a-sustentabilidade-da-soja/>. Acesso em: 3 ago. 2021.

KIST, B. B.; FILTER, C. F.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C. **Anuário brasileiro do milho 2018**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 88 p.