

Cultivo consorciado de *Urochloa ruziziensis*  
com milho segunda safra em sucessão à soja:  
contribuições ecofisiológicas e produtividades



OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

13  
AÇÃO CONTRA A  
MUDANÇA GLOBAL  
DO CLIMA





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

## **DOCUMENTOS 284**

**Cultivo consorciado de *Urochloa ruziziensis*  
com milho segunda safra em sucessão à soja:  
contribuições ecofisiológicas e produtividades**

*Giovani Greigh de Brito  
Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira*

**Embrapa Algodão  
Campina Grande, PB  
2020**

Esta publicação está disponível no endereço:  
<https://www.embrapa.br/algodao/publicacoes>

**Embrapa Algodão**  
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário  
CEP 58428-095, Campina Grande, PB  
Fone: (83) 3182 4300  
Fax: (83) 3182 4367  
[www.embrapa.br/algodao](http://www.embrapa.br/algodao)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Algodão

Presidente  
*João Henrique Zonta*

Secretário-Executivo  
*Valdinei Sofiatti*

Membros  
*Alderí Emídio de Araújo, Ana Luíza Dias Borin,  
José da Cunha Medeiros, Marcia Barreto  
de Medeiros Nóbrega, João Luis da Silva  
Filho, Liziane Maria de Lima, Sidnei Douglas  
Cavaliéri*

Supervisão editorial  
*Geraldo Fernandes de Sousa Filho*

Revisão de texto  
*Ivanilda Cardoso da Silva*

Normalização bibliográfica  
*Rejane Maria de Oliveira*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Geraldo Fernandes de Sousa Filho*

Fotos da capa  
*Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira*

**1ª edição**  
Formato PDF digitalizado: 2020

**Todos os direitos reservados.**

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Algodão

---

Cultivo consorciado de *Urochloa ruziziensis* com milho segunda safra em sucessão à soja:  
contribuições ecofisiológicas e produtividades/ Giovani Greigh de Brito, Alexandre  
Cunha de Barcellos Ferreira. – Campina Grande : Embrapa Algodão, 2020.

PDF (24 p.) – (Documentos / Embrapa Algodão, ISSN 0103-0205, 284)

1. Sistema agrícola de produção. 2. Plantas de cobertura. 3. Sistema Plantio Direto.  
4. Integração de culturas. I. Título. II. Série.

## Autor

### **Giovani Greigh de Brito**

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB.

### **Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira**

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB.



## Apresentação

A Embrapa Algodão tem buscado avançar no desenvolvimento de estratégias de diversificação e integração de culturas nos sistemas agrícolas de produção. Dentre estas, se inclui a adoção de plantas de cobertura em consórcio com espécies graníferas principais, além de rotações ou sucessões com as culturas da soja, do milho e do algodão, vislumbrando o estabelecimento de sistemas de produção mais sustentáveis e responsivos em ambientes propensos a estresses bióticos e abióticos.

O estudo, ora apresentado, integra experimentos de longa duração com sistemas de produção de grãos e fibra, os quais vêm sendo conduzidos desde 2014, com foco na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, as quais impactam, direta ou indiretamente, a sua capacidade de recarga e armazenamento de água, na eficiência de uso de nutrientes e da água, mitigando efeitos de veranicos e do período da seca sobre as culturas. Portanto, este trabalho contempla parte dos resultados de um amplo projeto, com ações que englobam algumas regiões do Cerrado brasileiro.

*Alderí Emídio de Araújo*

Chefe-Geral da Embrapa Algodão





## Sumário

Introdução.....	11
Descrição do local de condução do estudo.....	12
Aquisição e análise não destrutiva de imagens de raízes a campo.....	14
Análise da dinâmica de trocas gasosas ao longo do dia .....	15
Contribuições pela inserção da braquiária no sistema.....	15
Referências .....	22



## Introdução

O cultivo consorciado de *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*) com o milho segunda safra, em sucessão à soja, visa otimizar a produção de grãos das culturas, produzir matéria seca para formação de palhada e/ou pastejo animal, e melhorar a qualidade do Sistema Plantio Direto. Dentre os efeitos positivos extensivamente evidenciados a partir da incorporação de *Urochloa ruziziensis* (braquiária) junto ao sistema de produção, destacam-se aqueles relacionados à sua elevada capacidade de produção de biomassa com alta relação C/N e alto conteúdo de lignina/N (Timossi et al., 2007), seu elevado potencial de ciclagem de nutrientes (Pacheco et al., 2011; Merlin et al., 2013), além da sua capacidade de supressão de plantas daninhas (Pacheco et al., 2008; Lima et al., 2014).

A adoção deste sistema tem evidenciado benefícios tanto para a soja quanto para o algodão, cultivados em sucessão (Ceccon, 2013). Tal sistema tem se mostrado efetivo em aumentar a capacidade de infiltração, armazenamento e disponibilidade de água às plantas (Lal; Vandoren, 1990), especialmente sobre áreas com baixa disponibilidade hídrica durante o período de outono-inverno, a exemplo do que historicamente ocorre nas extensas áreas de produção do bioma Cerrado.

Embora inúmeros benefícios sejam atribuídos à prática de inserção da braquiária no sistema, às vezes os seus efeitos, a curto prazo, são difíceis de serem percebidos a campo pelo produtor. Isto leva alguns produtores a descreditarem nas melhorias propiciadas, argumentando também que ocorre perda de produtividade do milho, ou que não existem incrementos em produtividade de grãos da cultura principal e/ou subsequente. Por essas razões, passam a considerar a inserção da braquiária no sistema de produção agrícola apenas como custo, e não como investimento a médio e longo prazos. Neste sentido, o estudo proposto objetivou avaliar, a campo, os efeitos da inserção da braquiária no sistema soja/milho sobre o crescimento e volume de raízes da soja e do milho, além de monitorar, ao longo do dia, a dinâmica nas taxas de trocas gasosas para a cultura do milho e seu impacto sobre a eficiência intrínseca do uso da água, além de verificar a estabilidade de produção de milho e de soja em seis safras consecutivas.

## Descrição do local de condução do estudo

Este experimento foi conduzido em regime de sequeiro, entre novembro de 2014 e julho de 2020, em área experimental da Embrapa Arroz e Feijão, denominada de Creche 6 da Fazenda Capivara, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO, cujas coordenadas geográficas são: latitude 16°29'59" a 16°29'44" S e longitude 49°17'35" a 49°17'54" W. A altitude média da área é de 804 m e a declividade é de aproximadamente 0,3%.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho Ácrico (Santos et al., 2018). O clima, segundo a classificação de Köppen, apresenta inverno seco (Aw), tropical de savana, megatérmico. A temperatura média anual do ar é de 23°C, média da mínima de 14,3°C no mês de junho e máxima média em setembro (31,5°C). O regime de chuvas é bem definido, com precipitação média anual de 1.487 mm, com período chuvoso entre outubro e abril e o período seco entre maio e setembro.

O experimento foi constituído de um fatorial composto por dois sistemas de sucessão (soja/milho e soja/milho + braquiária), disposto ao longo do tempo (seis safras consecutivas), em blocos casualizados, com quatro repetições.

Nos dois anos que antecederam à implantação do estudo, a área foi ocupada por pastagem de braquiária (2012/2013 - sem informações relativas ao ma-

**Tabela 1.** Composição dos tratamentos, evidenciando sua disposição ao longo dos anos.

Ano agrícola	Tratamentos	
	Sucessão anual de culturas	*Consórcio anual de culturas
2014-2015	Soja/Milho	Soja/Milho + <i>U. ruziziensis</i>
2015-2016	Soja/Milho	Soja/Milho + <i>U. ruziziensis</i>
2016-2017	Soja/Milho	Soja/Milho + <i>U. ruziziensis</i>
2017-2018	Soja/Milho	Soja/Milho + <i>U. ruziziensis</i>
2018-2019	Soja/Milho	Soja/Milho + <i>U. ruziziensis</i>
2019-2020	Soja/Milho	Soja/Milho + <i>U. ruziziensis</i>

\*Soja (1º cultivo)/Milho + *U. ruziziensis* (2º cultivo)

nejo e correções de solo). Ao final de 2013 a área foi cultivada com arroz e no outono de 2014 com feijão; em setembro do corrente ano iniciou o estudo.

A análise de solo na camada arável (0-20 cm) apresentou os valores a seguir: pH em água (5,4), P (11,9 mg dm<sup>-3</sup>, Mehlich-1), K (99,1 mg dm<sup>-3</sup>), Ca (11,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), Mg (7,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), capacidade de troca catiônica (58,13 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), matéria orgânica (31 g kg<sup>-1</sup>), argila (463 g kg<sup>-1</sup>), silte (143 g kg<sup>-1</sup>), areia (394 g kg<sup>-1</sup>), e densidade aparente (1,27 g cm<sup>-3</sup>). Cada parcela experimental (14 x 12 m) ocupou uma área equivalente a 168 m<sup>2</sup>.

Em cada ano, a soja (1<sup>a</sup> safra) foi semeada entre a primeira ou segunda semana do mês de novembro, após o início do período chuvoso. O milho solteiro ou em consórcio (2<sup>a</sup> safra) foi semeado entre a última semana de fevereiro e a primeira de março.

Para a soja e para o milho foi utilizado o espaçamento entre linhas de 45 cm, com densidade de semeadura de 20 e 3 sementes por metro, respectivamente; a braquiária foi semeada a 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, concomitante ao milho. As populações de plantas desejadas na colheita para a soja e para o milho foram de 420.000 e de 66.000 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para cada cultura, a adubação e os controles de pragas, doenças e plantas daninhas foram idênticos entre os tratamentos.

Anualmente, a adubação de base com MAP + KCl foi realizada de modo a fornecer N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O equivalente a 16, 78 e 60 kg ha<sup>-1</sup> para a cultura da soja, e 15, 90 e 45 para o milho solteiro ou em consórcio com braquiária, respectivamente. Para a soja, a adubação foi aplicada em dose única, na semeadura. Para o milho e/ou milho + braquiária, 42 kg ha<sup>-1</sup> de N foi aplicado em cobertura. O milho dos tratamentos compostos por milho e pelo consórcio milho + braquiária foi semeado após a colheita da soja, com o manejo de plantas voluntárias de soja e de plantas daninhas, em pré-semeadura do milho, realizado por meio da aplicação do herbicida paraquat (400 g ha<sup>-1</sup>). A braquiária foi semeada na mesma linha do milho, por meio de semeadora dotada de terceira caixa, com as sementes depositadas no solo em operação simultânea à semeadura do milho.

De modo a evitar competição da braquiária com o milho, após o início do perfilhamento da braquiária foi aplicada subdose do herbicida nicossulfuron (6 g ha<sup>-1</sup> do

ingrediente ativo), junto com 1.500 g ha<sup>-1</sup> de atrazina, herbicida este que visou o controle de plantas daninhas. Tal prática também foi realizada no milho solteiro.

Após a colheita do milho, a braquiária ainda foi cultivada até cerca de 20 dias antes da semeadura direta da soja, quando foi dessecada com 1.440 g ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo do herbicida glifosato.

Para cada parcela, a soja foi colhida mecanicamente em 3 fileiras (18,9 m<sup>2</sup>), e o milho solteiro e o consorciado foram colhidos manualmente, em 3 linhas de 5 metros de comprimento (6,75 m<sup>2</sup> por parcela). Após a determinação do teor de água dos grãos, a umidade foi corrigida para 13%, sendo os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup>.

## Aquisição e análise não destrutiva de imagens de raízes a campo

Tubos de acessos em acrílico transparente medindo 65,0 cm de comprimento por 6,30 e 7,0 cm de diâmetro interno e externo, respectivamente, foram instalados e posicionados perpendicularmente à superfície do solo, à cerca de 10,0 cm da linha de semeadura, logo após a emergência das plantas (safra 2019/2020); sendo um tubo por parcela em três repetições. Para minimizar efeitos de distúrbios do solo e permitir o maior contato deste com a parede do tubo, os furos foram efetuados com trado de 7,3 cm de diâmetro à profundidade de 60,0 cm, manualmente. Após vedados, a extremidade superior de cada tubo foi coberta com papel alumínio visando evitar a incidência de luz, condensação de água e aquecimento em seu interior.

Para as culturas da soja e do milho, as coletas ocorreram em 07 de janeiro e 18 de maio de 2020, respectivamente. Nestas datas, a soja se encontrava em estágio de desenvolvimento R4 e o milho de grãos pastoso. As tomadas de imagens foram efetuadas pela inserção, na parte interna dos tubos, de um escâner de raízes (CID Bio-Science, Camas, WA, USA), denominado minirhizotron, controlado por um computador de mão. As imagens obtidas com resolução de 300-dpi foram tratadas e, posteriormente, analisadas quanto a sua morfometria radicular utilizando-se do software de acesso livre (GiaRoots - <https://www.quantitative-plant.org/software/giaroots>). Foram quantificados o comprimento total e o volume total de raízes.

## Análise da dinâmica de trocas gasosas ao longo do dia

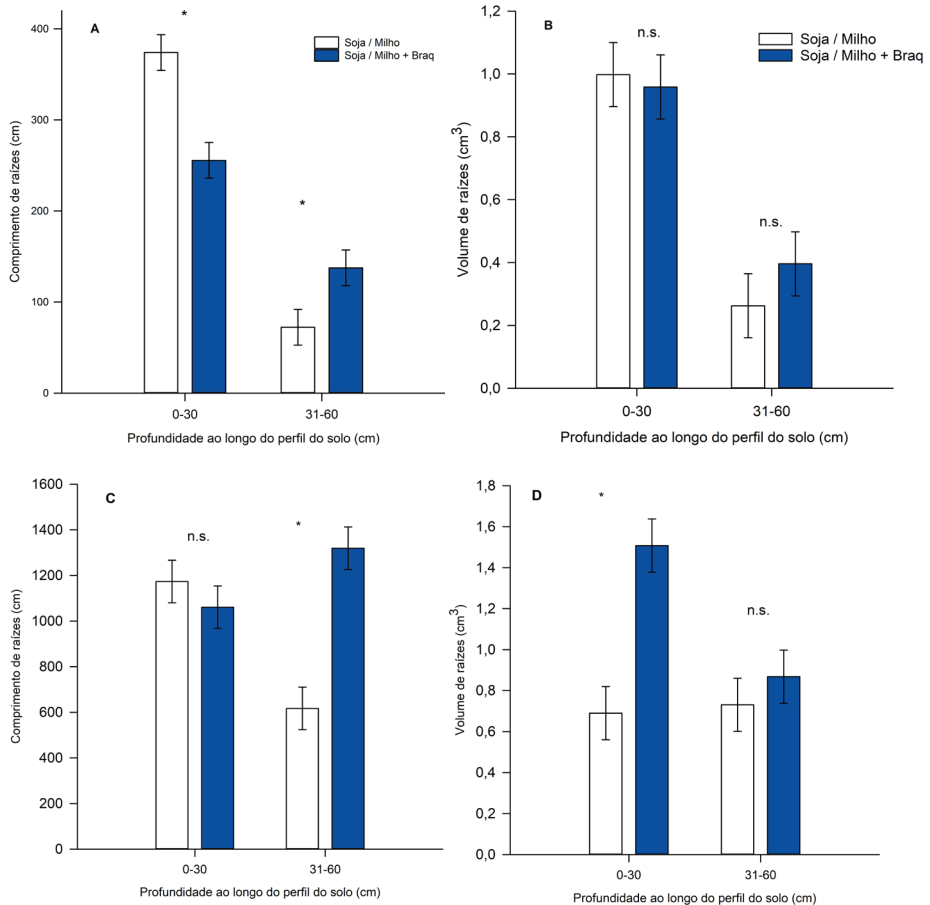
Para as análises da taxa de fotossíntese, de transpiração e de condutância estomática ao longo do dia, utilizou-se de um analisador de gás infravermelho-IRGA 6400 LI-COR (LI-COR Inc., Lincoln, NE, EUA), na estação de crescimento 2019/2020. Um controlador de injeção de CO<sub>2</sub> foi utilizado para manter a concentração constante de CO<sub>2</sub> de 400 ppm na câmara do IRGA, com área de análise de 6 cm<sup>2</sup>. O equipamento tem acoplado uma fonte de luz vermelho-azul (6400-02B) emitida por meio de “light emitting diodes” (LED’s). As análises foram conduzidas em densidade constante de fluxo de fótons de 1200 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Tais análises foram conduzidas apenas para a cultura do milho, considerando o interesse em se detectar e quantificar possíveis impactos da inserção da braquiária no sistema sobre a capacidade da cultura de segunda safra em explorar profundidades maiores no perfil de solo, permitindo maior uso efetivo da água disponível, quando a cultura passa a experimentar estresses por déficit hídrico ao final do período chuvoso, para esta região. As análises foram conduzidas a intervalos de uma hora, exceto para o período das 11h30 às 13h30, quando o intervalo foi de duas horas. Para cada parcela, seis plantas foram previamente marcadas, permitindo efetuar todas as análises nas mesmas plantas e folhas; em cada folha foram registradas três leituras, totalizando 18 leituras por parcela a cada intervalo de análise.

Após análise da variância, para as variáveis comprimento e volume de raízes utilizou-se o teste de t de Student pareado ( $P \leq 0,05$ ); para as variáveis de trocas gasosas e de produtividade, os dados foram submetidos aos testes de normalidade via Shapiro-Wilk e pelo teste de igualdade da variância. Foram analisados os efeitos de tratamentos e dos anos agrícolas, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

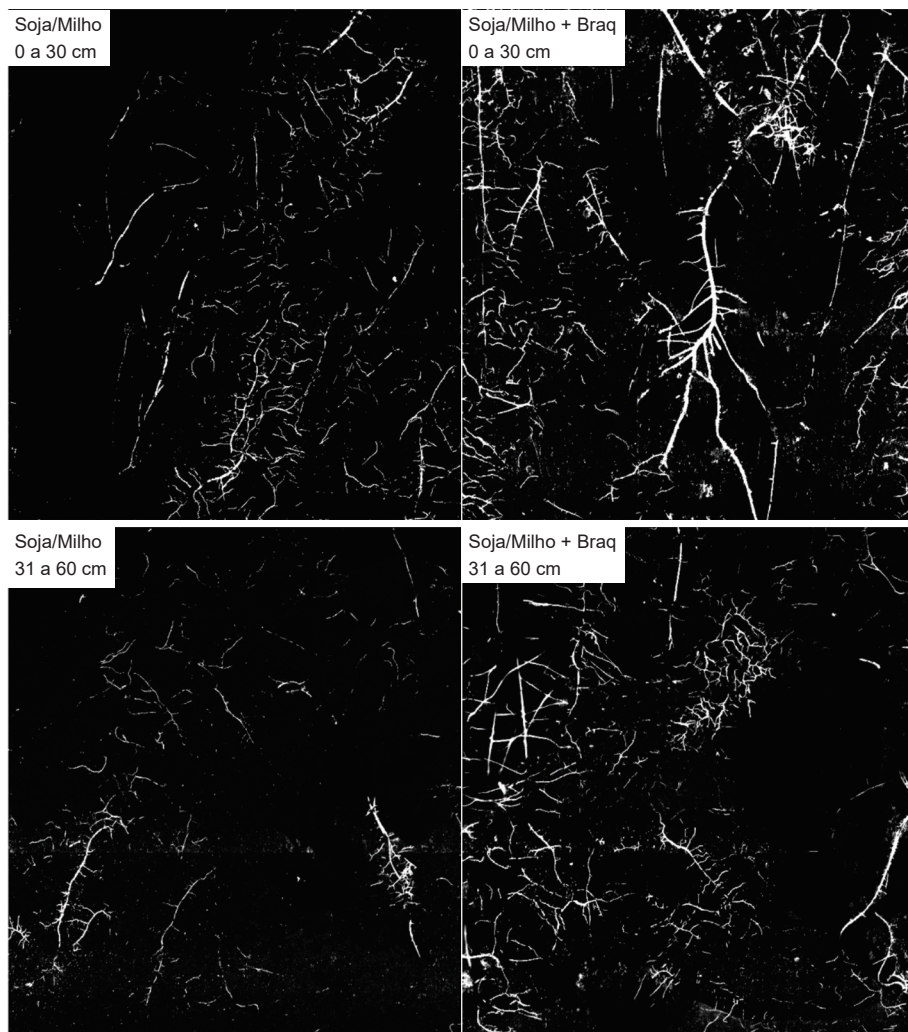
## Contribuições pela inserção da braquiária no sistema

Os resultados obtidos evidenciam que, após seis anos agrícolas de sucessão soja/milho, a inclusão da braquiária no sistema favoreceu o maior crescimen-

to de raízes da soja e do milho nas camadas entre 31 e 60 cm. A inclusão da braquiária no sistema também aumentou o volume de raízes de milho entre 0 e 30 cm no perfil do solo.

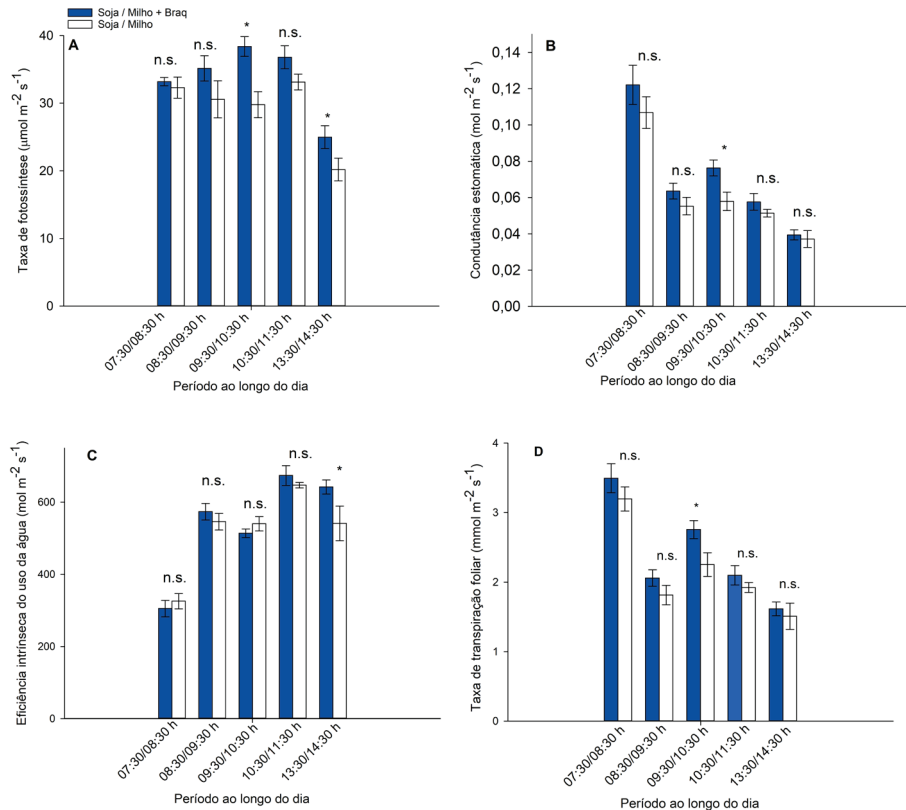






**Figura 2.** Imagens superior e inferior esquerda (Sistema de cultivo Soja/Milho – imagens de raízes de milho); imagens superior e inferior direita (Sistema de cultivo Soja/Milho + Braquiária – imagens de raízes deste consórcio).

Como já estabelecido para diferentes espécies vegetais, o sistema radicular do milho é integrante importante na aquisição de água e de nutrientes do solo, inclusive influenciando a dinâmica de trocas gasosas e a fotossíntese. Neste estudo, os dados obtidos quanto à dinâmica de trocas gasosas (Figura 3) indicam que as modificações promovidas pela inserção da braquiária no sistema permitiram às culturas graníferas comerciais melhor desempenho no crescimento de raízes nas camadas mais profundas do solo.



**Figura 3.** Análise da dinâmica de trocas gasosas na cultura do milho segunda safra, englobando a taxa de fotossíntese líquida (A), a condutância estomática (B), a eficiência intrínseca no uso da água (C) e a taxa de transpiração foliar (D). Os símbolos n.s. e \* indicam diferenças não significativas e significativas ( $p \leq 0,05$ ), respectivamente, pelo teste de Tukey. As barras presentes indicam o erro padrão da média.

Os valores superiores (Figura 3) para as taxas de trocas gasosas (fotossíntese, condutância estomática e transpiração foliar), especialmente nos períodos do dia de maior déficit de pressão de vapor atmosférico, sugerem que o crescimento vigoroso do sistema radicular da braquiária (Salton; Tomazi, 2014) ao longo do perfil favorece a exploração de maiores profundidades do solo pelas raízes de milho. Isto torna-se evidente pelo desempenho superior das taxas de fotossíntese e na eficiência intrínseca no uso da água durante estes períodos mais estressantes para a planta.

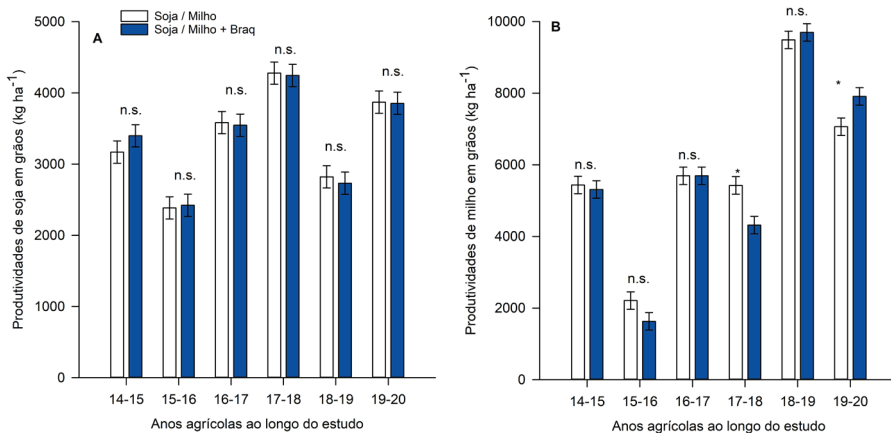
Quando as plantas experimentam o esgotamento gradativo de água do solo, a partir das camadas superficiais para as mais profundas, uma porção do seu sistema radicular estará sendo submetida ao déficit hídrico, enquanto outra parte, explorando camadas mais profundas, pode acessar a água disponível. Em tais condições, mesmo que o potencial hídrico da planta indique que esta não se encontra sob déficit hídrico, a sua condutância estomática é severamente afetada (Davies et al., 2002). Em parte, o evento de fechamento estomático é dirigido via mensagem do ácido abscísico (ABA) sintetizado nas extremidades das porções radiculares submetidas ao déficit hídrico, nas camadas mais superficiais do solo (Davies; Zhang, 1991). Em decorrência do processo de esgotamento de água do solo, ocorre decréscimo na condutância hidráulica do solo e nas raízes, reduzindo o fluxo de água através dos vasos xilemáticos. As raízes situadas nas camadas superficiais passam a ter seu metabolismo alterado, aumentando a síntese de ABA e de outros compostos como resposta à condição de estresse, contribuindo para a redução desse fluxo interno (Davies; Zhang, 1991). No presente estudo observa-se tendência de desempenho superior quanto à eficiência no uso da água ao longo do dia (Figura 3 C), resultante da inserção da braquiária no sistema; esta diferença se acentua na medida em que o déficit de pressão de vapor atmosférico aumenta (dados não apresentados).

A implementação de sistemas de cultivos mais complexos proporciona, ao longo dos anos, melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Chioderoli et al., 2012; Salton; Tomazi, 2014) permitindo, no caso específico deste consórcio, a formação de uma rede porosa ao longo do perfil do solo, favorecendo à espécie principal granífera a exploração de camadas mais profundas para acessar água e nutrientes. Tais alterações também geram maior renovação de raízes, contribuindo para o aumento da taxa de condutância hidráulica (Kang et al., 2003; Kang; Zhang, 2004). Em tais condições, a ação hormonal do ABA aumenta a atividade de aquaporinas (Fang et al., 2019), principalmente em raízes novas, facilitando o movimento de água ao longo dos vasos do xilema até as folhas, além de contribuir na redistribuição de água de zonas radiculares bem supridas para aquelas situadas em camadas de maior depleção. Conjuntamente, a dinâmica estabelecida por esse sistema resulta em maior eficiência de uso, como demonstrado neste estudo, ou mesmo em maior uso efetivo da água disponível em camadas mais profundas do perfil.

Os conceitos expostos até aqui auxiliam na compreensão de mecanismos atuantes nestes sistemas mais complexos; possibilitando quantificar as contribuições

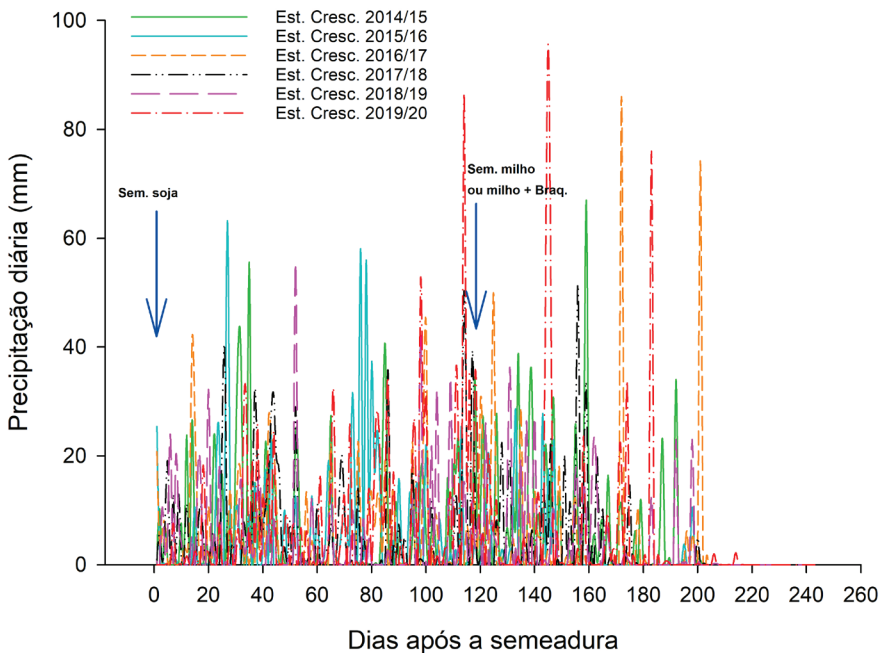
dadas pela inserção da braquiária ao sistema. No cenário resultante do estudo em questão, as plantas sentem mais as flutuações na taxa de carga/recarga de água no solo, impactando diretamente os parâmetros de trocas gasosas, prejudicando a sua taxa de assimilação líquida de carbono, por conseguinte a produtividade. Com o passar dos anos, os cultivos consorciados tendem a se igualar ou até apresentar desempenho superior (Figura 4) comparado ao cultivo solteiro.

O milho consorciado com espécies do gênero *Urochloa* nem sempre tem a sua produtividade de grãos aumentada em relação ao cultivo solteiro (Denardin et al., 2008; Bogiani et al., 2020), enquanto a soja em sucessão aos sistemas consorciados de milho com braquiária geralmente apresenta ganhos expressivos de rendimento (Chioderoli et al., 2012; Bogiani et al., 2020), embora esse resultado não tenha sido verificado no presente trabalho (Figura 4). Somente o fato de a braquiária não diminuir a produtividade do milho no sistema consorciado já é uma grande vantagem, pois o seu grande benefício aos solos tropicais está estritamente relacionado ao aumento do carbono (Bogiani et al., 2020; Ferreira et al., 2020), e todas as suas influências positivas e diretas sobre a qualidade do solo. As alterações provocadas nas propriedades do solo pela inclusão de espécies, a exemplo da braquiária,



**Figura 4.** Análise da produtividade da soja (A) e do milho (B) segunda safra ao longo de seis anos agrícolas consecutivos. Os símbolos n.s. e \* indicam diferenças não significativas e significativas ( $p \leq 0,05$ ), respectivamente, pelo teste de Tukey. As barras presentes indicam o erro padrão da média.

proporcionam a exploração de perfis mais profundos para a cultura principal. Isto seguramente mitiga os riscos advindos de períodos de veranicos e/ou anos atípicos quanto à precipitação pluvial. Importante comentar que nas duas últimas safras, 2018-2019 e 2019-2020, não ocorreram severos problemas de restrição hídrica durante o cultivo do milho de segunda safra, o que pode ser confirmado pelas elevadas produtividades de milho (Figura 4), acima da média nacional (Companhia Nacional do Abastecimento, 2020). Por outro lado, especialmente na estação de crescimento 2015/2016, a ocorrência de períodos mais longos de estiagens, associados à distribuição desuniforme das chuvas (Figura 5) evidenciam seus impactos sobre a produtividade; os dois cultivos do ano agrícola 2015/2016 foram impactados, embora o milho tenha sofrido as maiores reduções de produtividade.



**Figura 5.** Distribuição pluviométrica ao longo da estação de crescimento e dos anos de cultivo. Da esquerda para a direita, a primeira flecha indica a semeadura da soja (1ª safra), a qual ocorreu geralmente na primeira semana de novembro, a cada ano. A segunda flecha indica a semeadura do milho solteiro ou consorciado com braquiária (2ª safra), geralmente entre a última semana de fevereiro e a primeira de março.

Em suma, pode-se afirmar que, de modo geral as produtividades de grãos não são prejudicadas pela integração da braquiária no sistema produtivo, e que as contribuições promovidas pelas alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, relatadas em inúmeros trabalhos de pesquisa já realizados, provavelmente permitirão maior segurança e estabilidade produtiva ao longo dos anos, especialmente naqueles com maiores restrições hídricas, a exemplo do que se observou neste estudo.

## Referências

- BOGIANI, J. C.; FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D. C.; SOFIATTI, V.; PERINA, F. J. **Sequestro de carbono em sistemas de produção de grãos e fibras em solo arenoso do Cerrado da Bahia**. Campinas: Embrapa Territorial, 2020. 29 p. (Embrapa Territorial. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 34). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215351/1/5317.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- CECCON, G. (ed.). **Consórcio milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 175 p.
- CHIODEROLI, C. A.; de MELLO, L. M. de; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 37-43, jan. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000100005>.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Séries históricas**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- DAVIES, W. J.; WILKINSON, S.; LOVEYS, B. Stomatal control by chemical signalling and the exploitation of his mechanism to increase water use efficiency in agriculture. **New Phytologist**, v. 153, n. 3, p. 449-460, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.0028-646X.2001.00345.x>.
- DAVIES, W. J.; ZHANG, J. H. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 42, p. 55-76, June 1991. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.42.060191.000415>.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; SANTI, A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. **Efeito da consorciação milho-braquiária (*Brachiaria brizantha*) na mitigação da compactação do solo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 13 p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 54). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPT-2010/40327/1/p-bp54.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

FANG, S.; ABDELHAKIM, L. O. A.; HEGELUND, J. N.; LI, S.; LIU, J.; PENG, X.; LI, X.; WEI, Z.; LIU, F. ABA-mediated regulation of leaf and root hydraulic conductance in tomato grown at elevated CO<sub>2</sub> is associated with altered gene expression of aquaporins. **Horticulture Research**, v.6, article number 104, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0187-6>.

FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D. C.; LAMAS, F. M.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. A. S. da; SILVA FILHO, J. L. da; STAUT, L. A. Soil carbon accumulation in cotton production systems in the Brazilian Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 42, n. 4, p. 30-39, 2020.

KANG, S.; HU, X.; JERIE, P.; ZHANG, J. The effects of partial rootzone drying on root, trunk sap flow and water balance in an irrigated pear (*Pyrus communis* L.) orchard. **Journal of Hydrology**, v. 280, p. 1-4, Sept. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(03\)00226-9](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(03)00226-9).

KANG, S.; ZHANG, J. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 407, p. 2437-2446, Nov. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erh249>.

LAL, R.; VANDOREN JR., D. M. Influence of 25 years of continuous corn production by three tillage methods on water infiltration of two soils in Ohio. **Soil and Tillage Research**, v. 16, n. 1-2, p. 71-74, Apr. 1990. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0187-6>.

LIMA, S. F.; TIMOSSI, P. C.; ALMEIDA, D. P.; SILVA, U. R. da. Palhada de braquiária ruziziensis na supressão de plantas daninhas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 7, p. 541-551, 2014.

MERLIN, A.; HE, Z. L.; ROSOLEM, C. A. Ruzigrass affecting soil-phosphorus availability. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 12, p. 1583-1588, Dec. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013001200007>.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 17-25, jan. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000100003>.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. de O.; ASSIS, R. L. de; CARMO, M. L. do; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobres semadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 815-823, jul. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700005>.

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 5 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 198).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

TIMOSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400012>.





**Embrapa**

---

**Algodão**