

# Capítulo 3

---

## MANEJO DE PLANTAS EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS INTENSIVOS NO BIOMA CERRADO DO NORDESTE BRASILEIRO

*Julio Cesar Bogiani*

*Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira*

*João Henrique Zonta*

*Valdinei Sofiatti*

### Introdução

---

O Nordeste brasileiro possui grande extensão de áreas com vegetação de Cerrado concentrada principalmente nos estados da Bahia, do Maranhão e do Piauí. Em geral, o relevo dessas regiões é plano ou suavemente ondulado, o que possibilita a total mecanização das lavouras. Contudo, nas áreas com intensa atividade agrícola, como a região oeste da Bahia, predominam solos de texturas média e arenosa, de maior fragilidade física. Apesar das altas produtividades obtidas nessas áreas, há predominância da monocultura e do sistema convencional de preparo do solo (SC).

Nesse modelo, para manutenção das altas produtividades, é necessário ter maiores quantidades de fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas e outros insumos que, além de aumentarem os custos de produção, também promovem desequilíbrios no agroecossistema.

A adoção de sistemas agropecuários conservacionistas, como o sistema de plantio direto (SPD), mostra-se uma excelente alternativa para a sustenta-

bilidade produtiva dessas áreas. O SPD fundamenta-se em três princípios: 1) não revolvimento do solo; 2) rotação de culturas; e 3) cobertura do solo com biomassa, seja da cultura principal ou das plantas de cobertura do solo.

Entre os benefícios do SPD, estão a conservação do solo e da água e a manutenção da capacidade produtiva dos solos (Bayer et al., 2006; Cerri et al., 2007). No SPD, os restos das culturas comerciais ou das plantas de cobertura aumentam o teor de matéria orgânica do solo e contribuem para o controle da erosão. A cobertura do solo evita o impacto direto das gotas de chuva, diminui a velocidade do escoamento superficial, reduz a capacidade de transporte de partículas minerais e orgânicas pela enxurrada (Scopel et al., 2013) e diminui a incidência de plantas daninhas. Ainda, as raízes das plantas proporcionam formação de bioporos e melhorias das características físicas do solo, o que facilita/melhora a infiltração e a retenção de água (Cubilla et al., 2002).

No SPD, o cultivo de plantas de cobertura deve ser entendido como investimento para as futuras culturas em sucessão e rotação, pois alguns de seus efeitos positivos geralmente são observados em médio e longo prazos. Algumas espécies podem melhorar os sistemas de produção da propriedade, ao minimizarem pragas, plantas daninhas, doenças e nematoides para as culturas sucessoras. Outras reciclam nutrientes extraídos das camadas mais profundas e favorecem o SPD, o que traz os benefícios mencionados anteriormente.

O cultivo de plantas de cobertura, além de essencial à sustentabilidade do SPD ao longo dos anos, pode ser uma estratégia de diversificação do sistema produtivo com a finalidade de produzir pastagem para a prática do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) ou sementes dessas espécies para comercialização.

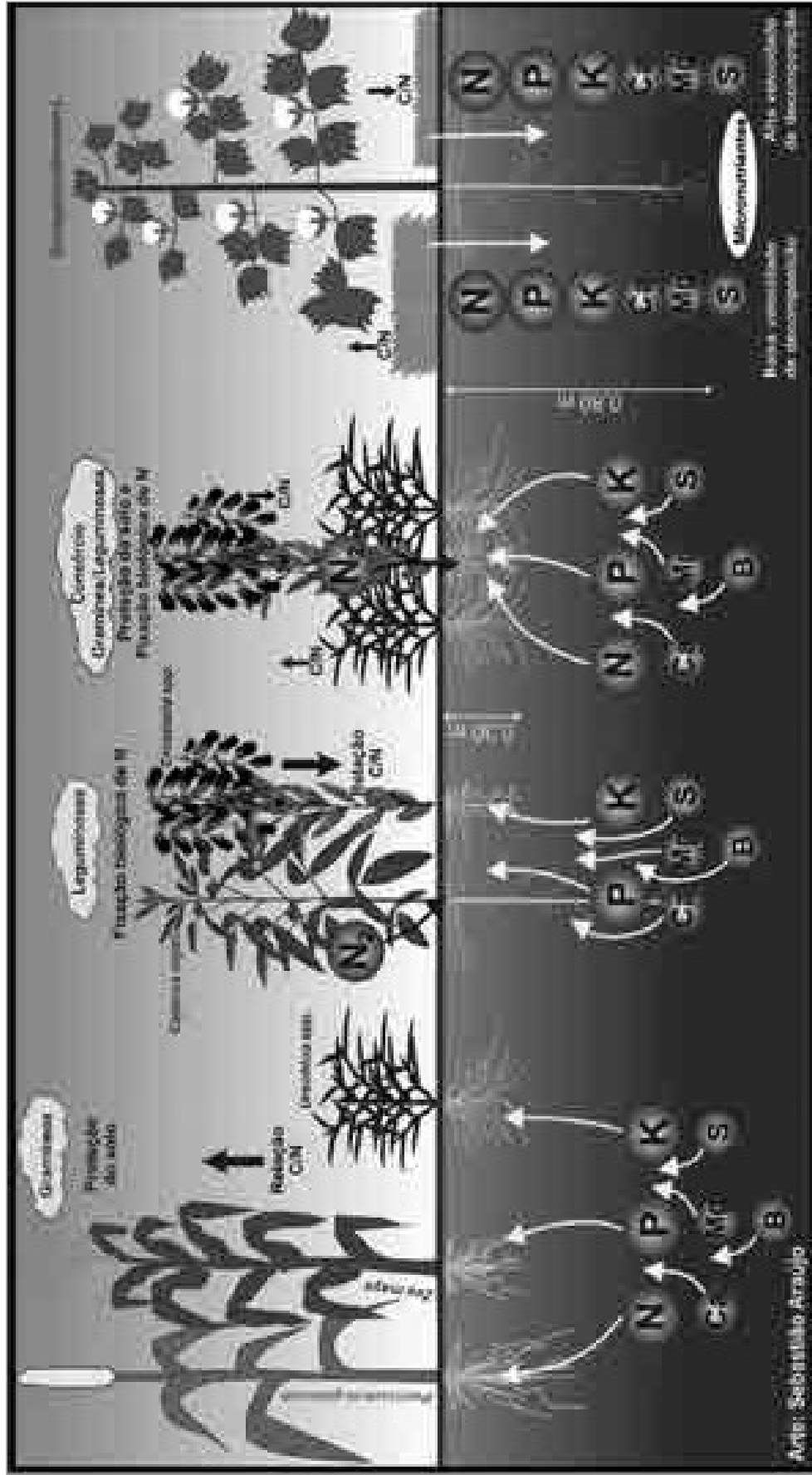
O sistema ILP consiste na condução de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite e agroenergia implantados na mesma área, em consórcio, em rotação ou em sucessão. A ILP é uma excelente alternativa para a recuperação de áreas degradadas por meio da intensificação do uso da terra, pois potencializa os efeitos sinérgicos existentes entre as diversas espécies vegetais, o que proporciona, de forma sustentável, maior produção por área.

Neste capítulo, serão descritas estratégias de manejo das plantas em um sistema sustentável de produção agropecuária com rotação de culturas e uso de plantas de cobertura, visando à estabilidade da produção de grãos e fibras ao longo dos anos.

## Condições para iniciação do sistema de plantio direto

No SC, há intensa mobilização do solo durante o seu preparo. Apesar de o uso de máquinas acarretar como vantagem a rápida descompactação do solo pela forte movimentação que provoca, a repetição dessa prática ao longo das safras agrícolas causa a desestruturação do solo na camada arável. Após o revolvimento, as partículas do solo tendem a se reorganizar e, quanto mais desestruturado estiver o solo, maior tende a ser o adensamento. Com o passar do tempo, a necessidade de intervenção mecânica do solo acontece em intervalos cada vez menores. Além de favorecer o adensamento do solo, essa prática reduz o teor de matéria orgânica. Por isso a capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo também é comprometida, o que causa redução da produtividade das lavouras, principalmente nos anos de baixa pluviosidade, mesmo em solos bem-adubados e com o perfil corrigido. Assim o SPD preconiza o não revolvimento total do solo, mas sim apenas o mínimo de movimentação na linha de plantio por ocasião da semeadura.

No SPD, a manutenção da estrutura do solo é feita biologicamente pelas raízes das plantas de cobertura e das espécies cultivadas em rotação ou sucessão. A dinâmica de constante ocupação do perfil do solo pelas raízes das plantas e suas decomposições após a morte forma canais para ocupação de novas raízes das plantas cultivadas na sequência, o que possibilita a manutenção da estrutura do solo sem o revolvimento. Além disso, com a decomposição das raízes e da parte aérea das plantas, ocorre aumento da matéria orgânica no solo e liberação de agentes cimentantes, que contribuirão para a estabilidade da parte física do solo, de modo a melhorar a aeração, a infiltração e a capacidade de armazenamento de água. Crusciol et al. (2007) constataram esse fato após 2 anos de cultivo do milho (*Zea mays*) consorciado com *Urochloa brizantha* cultivar Marandu; nesse caso, houve maior proporção de agregados maiores do que 2 mm na camada de 20 cm a 40 cm, além de maior macroporosidade em profundidade e menor valor de resistência à penetração.



**Figura 1.** Ilustração esquemática de diferentes plantas e seus sistemas radiculares. C: carbono; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; B: boro.

Fonte: Os autores.



Diante dessas evidências, conclui-se que a rotação de culturas e o uso de diversas plantas de cobertura são fundamentais, pois, além dos benefícios que a biomassa formada acarreta na superfície do solo, essas práticas incluem o trabalho de exploração de todo o perfil do solo com sistemas radiculares de diferentes morfologias e arquiteturas, de modo que cada espécie tem sua função na dinâmica de manutenção de adequadas condições físicas do solo ao longo dos anos (Figura 1).

Antes da implantação do SPD, é importante adequar as condições físicas e químicas do solo. Qualquer problema de impedimento físico do solo, como a existência de camadas adensadas ou compactadas, pode impedir a penetração das raízes e comprometer o sistema, de modo que será necessário novo revolvimento do solo. Da mesma forma, é preciso que o perfil do solo esteja com teores adequados dos nutrientes essenciais e não tenha alumínio (Al) tóxico.

## **Rotação/Sucessão de culturas**

---

Existe uma confusão entre os conceitos de “rotação” e “sucessão” de culturas. A rotação consiste na alternância de culturas vegetais na mesma área em anos agrícolas diferentes, enquanto a sucessão consiste na alternância de culturas vegetais na mesma área e no mesmo ano agrícola. Em outras palavras, conforme Calegari et al. (1998), nem toda sucessão é uma rotação de culturas, mas a rotação é sempre uma disposição de culturas em sucessão. Já “monocultura” é a semeadura da mesma cultura vegetal em todos os anos na mesma área.

A rotação de culturas apresenta muitos benefícios, além da atuação dos seus sistemas radiculares sobre as condições físicas e químicas do solo. Ela também pode proporcionar melhores condições de sanidade às lavouras quando comparada à monocultura, em relação às pragas e doenças de solo (Silva, 1996; Denti; Reis, 2001; Reis et al., 2011; Ferreira et al., 2012; Perina et al., 2016). No programa de rotação, o adequado uso de plantas com diferentes características reduz a multiplicação de indivíduos ou patógenos de uma safra para a outra e, com isso, a pressão das pragas e doenças se torna menor. A utilização diversificada de princípios ativos na área com rotação de culturas também dificulta o aparecimento de pragas, doenças e plantas daninhas resistentes aos defensivos agrícolas (Altmann, 2010). Além dos benefícios da presença de biomassa seca sobre o solo (Ferreira; Lamas, 2010), a rotação também acarreta benefícios que se estendem ao controle de plantas

daninhas, pois a maior diversificação de práticas pelos diferentes manejos e tratos culturais desfavorece a multiplicação e a seleção de plantas daninhas, inclusive as de difícil controle.

A prática da rotação de culturas também favorece o aumento da eficiência do uso de fertilizantes, uma vez que interfere positivamente na ciclagem de nutrientes e nas características químicas e físico-hídricas do solo. Porém as características das plantas a serem introduzidas no sistema de rotação/sucessão de culturas são determinantes para essa eficiência de uso dos fertilizantes (Crusciol; Soratto, 2010).

O uso de plantas de cobertura, além dos benefícios citados anteriormente, pode restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, uma vez que essas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam após a decomposição dos seus resíduos (Duda et al., 2003).

Os efeitos da ciclagem de nutrientes se tornam mais evidentes em solos arenosos (onde a lixiviação é maior do que em solos argilosos), principalmente para os elementos de alta mobilidade, como o potássio (K). Em trabalhos com o uso de plantas de cobertura realizados no Cerrado da Bahia, que apresenta solos arenosos e com baixos teores de matéria orgânica, foi possível reciclar quantidades significativas de nutrientes, principalmente o K (Tabela 1). Apesar de as plantas de cobertura implantadas em sucessão à cultura da soja (*Glycine max*) terem tido menos tempo entre a semeadura e a dessecação, quando comparadas às plantas de cobertura cultivadas em consórcio com o milho, seu potencial de ciclar o K foi muito próximo.

Outro importante benefício da rotação/sucessão de culturas é o aproveitamento dos resíduos da cultura antecessora, como o nitrogênio (N) deixado pela soja, que certamente foi utilizado pelas plantas de cobertura implantadas em sucessão (Tabela 1).

Os resultados de um experimento executado em Luís Eduardo Magalhães, BA, sobre sistemas de manejo de plantas mostraram que a rotação envolvendo soja, milho e algodão (*Gossypium hirsutum* L.) em SPD e o uso de plantas de cobertura semeadas em sucessão à soja e em consórcio com milho possibilitaram a obtenção de produtividades superiores, quando comparadas às produtividades das culturas cultivadas em monocultura e SC (Figuras 2, 3 e 4). Esses resultados evidenciam todos os benefícios auferidos pela prática de rotação de culturas e pelo uso do SPD mencionados anteriormente.

**Tabela 1.** Quantidade de macro e micronutrientes acumulados na biomassa formada pelas plantas de cobertura cultivadas em sucessão à soja (*Glycine max*) e em consórcio com o milho (*Zea mays*) em Luís Eduardo Magalhães, BA, na safra 2015-2016.

Planta de cobertura	Macronutriente acumulado (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>				Micronutriente acumulado (g ha <sup>-1</sup> ) <sup>(2)</sup>						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
<b>Implantada em sucessão ao cultivo da soja<sup>(3)</sup></b>											
Sem cultivo de plantas de cobertura <sup>(4)</sup>	31,9	5,3	41,3	16,5	9,6	4,3	412,0	10,8	84,1	75,7	32,5
Sorgo( <i>Sorghum bicolor</i> )	63,6	5,3	61,1	52,3	21,1	4,5	951,0	18,3	111,8	153,8	85,9
<i>Urochloa ruziziensis</i>	87,3	6,8	149,4	22,9	20,1	5,8	394,8	10,2	79,5	100,7	55,7
Capimsudão ( <i>Sorghum sudanense</i> L.)	77,5	8,1	72,4	38,6	19,1	5,7	791,1	15,3	156,5	136,8	92,3
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã	90,4	7,7	147,0	26,2	26,5	6,0	522,9	15,4	94,6	178,7	67,5
Milheto( <i>Pennisetum glaucum</i> )	65,0	8,7	136,6	35,6	22,2	9,9	619,4	15,0	174,7	177,9	66,7
<i>U. brizantha</i> cv. Paiaguás	80,1	8,3	153,3	19,1	26,5	7,1	649,9	16,9	97,2	148,8	58,0
Guandu ( <i>Cajanus cajan</i> )	64,5	4,8	116,0	16,9	14,6	4,9	553,9	17,2	55,9	68,9	35,5
<i>Crotalaria spectabilis</i>	62,2	4,0	93,4	16,7	14,5	4,9	332,9	6,9	50,4	55,0	36,1

Continua...

Tabela 1. Continuação.

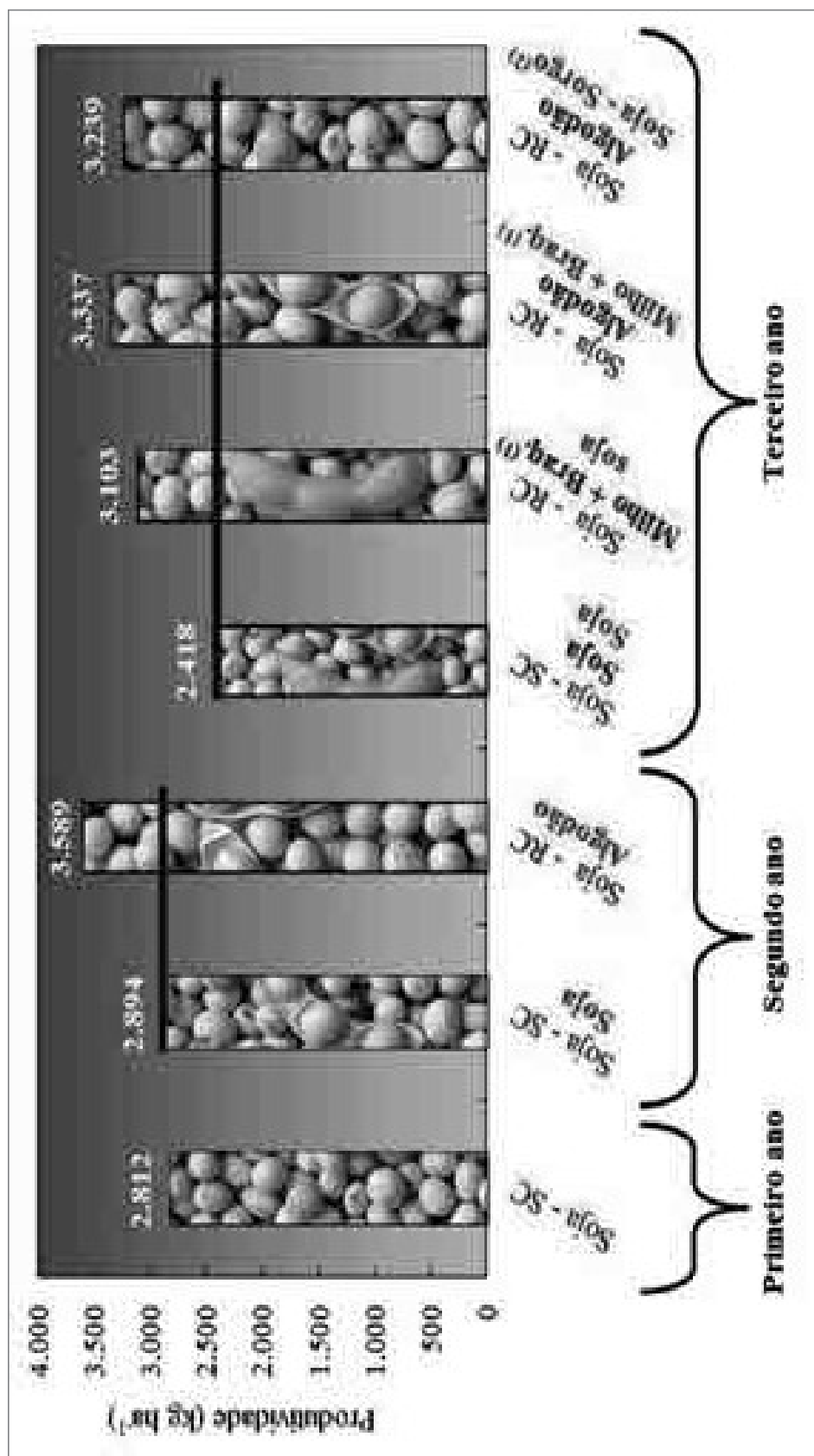
Planta de cobertura	Macronutriente acumulado (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>				Micronutriente acumulado (g ha <sup>-1</sup> ) <sup>(2)</sup>						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
<b>Implantada em consórcio com o milho no sistema Santa Fé<sup>(5)</sup></b>											
Sem cultivo de plantas de cobertura <sup>(4)</sup>	27,4	3,7	24,9	12,1	5,1	2,4	344,3	8,3	72,9	65,5	41,1
<i>U. ruziziensis</i>	48,8	7,2	101,6	24,3	16,9	3,9	320,5	10,4	93,0	151,3	38,4
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	79,1	8,4	136,2	26,9	26,0	5,0	550,6	13,3	108,0	273,6	67,8
<i>U. brizantha</i> cv. MG4	86,8	8,8	130,3	26,3	23,8	6,1	437,7	17,6	114,0	182,2	70,6
<i>U. brizantha</i> cv. MG5	63,7	5,4	105,5	15,0	15,6	3,3	440,3	15,3	75,0	168,3	57,5
<i>U. brizantha</i> cv. Paiaguás	63,0	6,4	96,2	18,8	22,8	4,5	405,0	8,6	82,1	169,8	53,9
<i>Crotalaria breviflora</i>	169,9	7,4	83,2	25,8	10,1	3,0	282,4	12,7	68,8	42,3	60,8
<i>Megathyrus maximum</i> cv. Aruana	97,2	7,9	134,0	33,6	28,8	7,3	664,0	20,7	141,0	169,7	60,8
<i>C. spectabilis</i>	82,5	7,8	69,6	69,8	13,3	6,4	293,3	15,8	94,6	94,0	98,2

<sup>(1)</sup> N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre. <sup>(2)</sup> Fe: ferro; Cu: cobre; Zn: zinco; Mn: manganês; B: boro.

<sup>(3)</sup> Semeadas na segunda quinzena de março e dessecadas em julho. <sup>(4)</sup> Resto da cultura principal e plantas daninhas presentes na área.

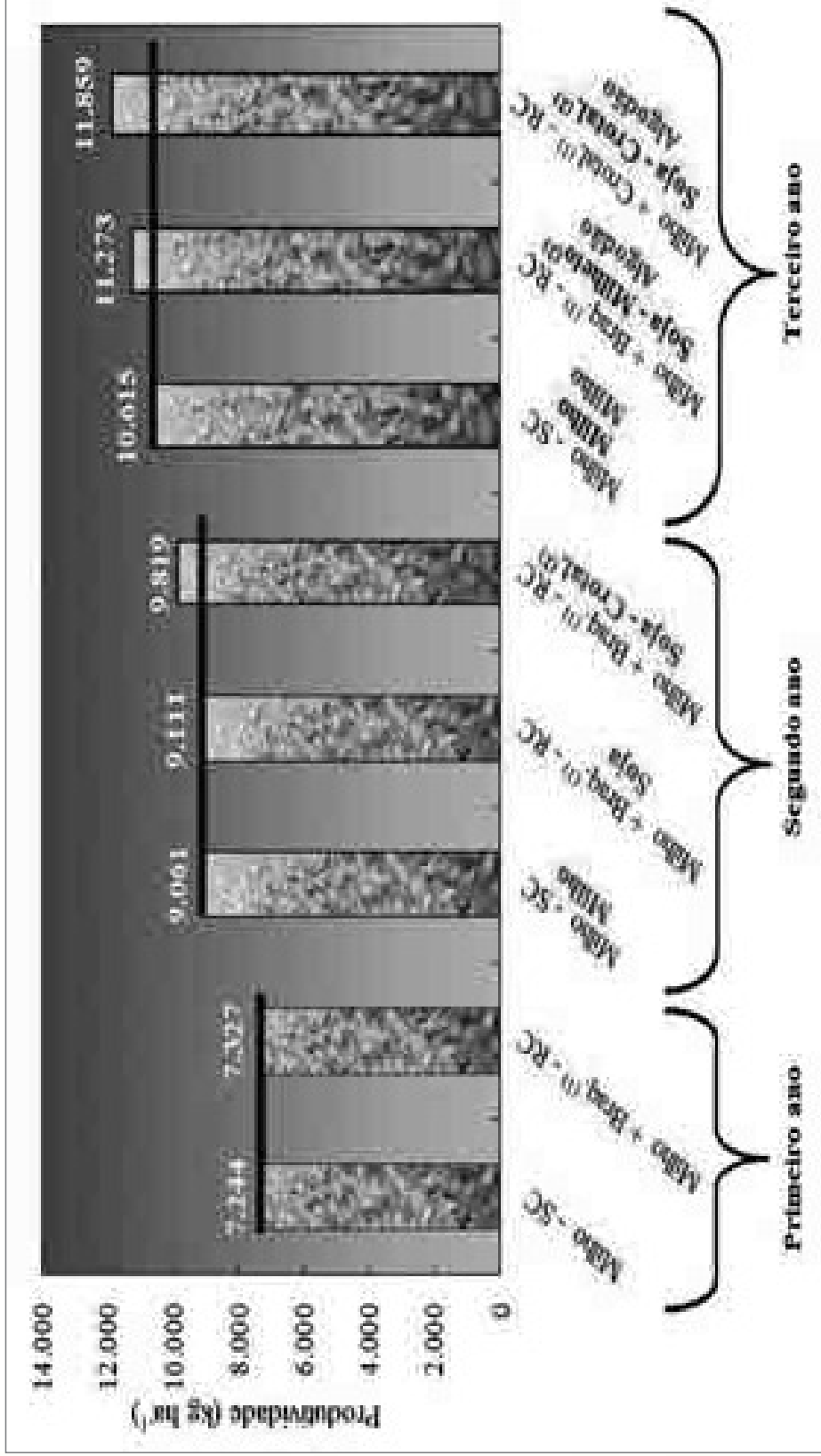
<sup>(5)</sup> Semeadas na primeira quinzena de dezembro e dessecadas em julho.

Fonte: Os autores.



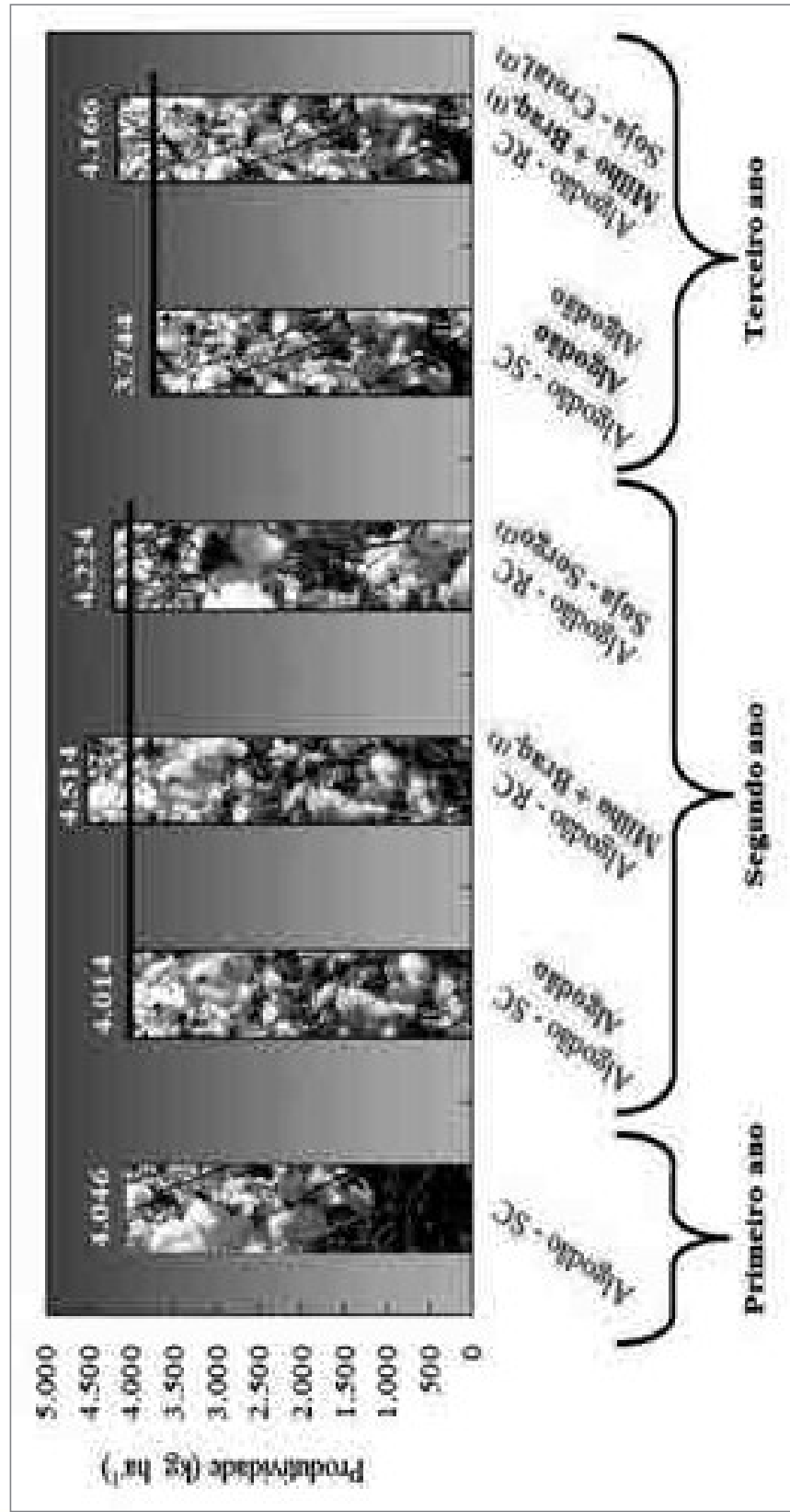
**Figura 2.** Produtividade de soja (*Glycine max*) conforme o sistema de cultivo. Soja – SC = soja em monocultura sob sistema convencional de preparo do solo; soja - RC = soja em rotação com milho (*Zea mays*) ou algodão (*Gossypium hirsutum* L.) conforme as cores das culturas no eixo x: cores verde, vermelha e azul são referentes aos cultivos do primeiro, segundo e terceiro anos, respectivamente. <sup>(1)</sup>Cultivo de milho em consórcio com *Urochloa ruziziensis* (braq.) no sistema Santa Fé. <sup>(2)</sup>Cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) em sucessão à soja.

Fonte: Os autores.



**Figura 3.** Produtividade de milho (*Zea mays*) conforme o sistema de cultivo. Milho – SC = milho em monocultura sob sistema convencional de preparo do solo; milho - RC = milho em rotação com algodão (*Gossypium hirsutum* L.) ou soja (*Glycine max*) conforme as cores das culturas no eixo x: cores verde, vermelha e azul são referentes aos cultivos do primeiro, segundo e terceiro anos, respectivamente. <sup>(1)</sup>Cultivo de milho em consórcio com *Urochloa ruziziensis* (braq.) no sistema Santa Fé. <sup>(2)</sup>Cultivo de milheto (*Pennisetum glaucum*) ou *Crotalaria ochroleuca* (crotal.) em sucessão à soja.

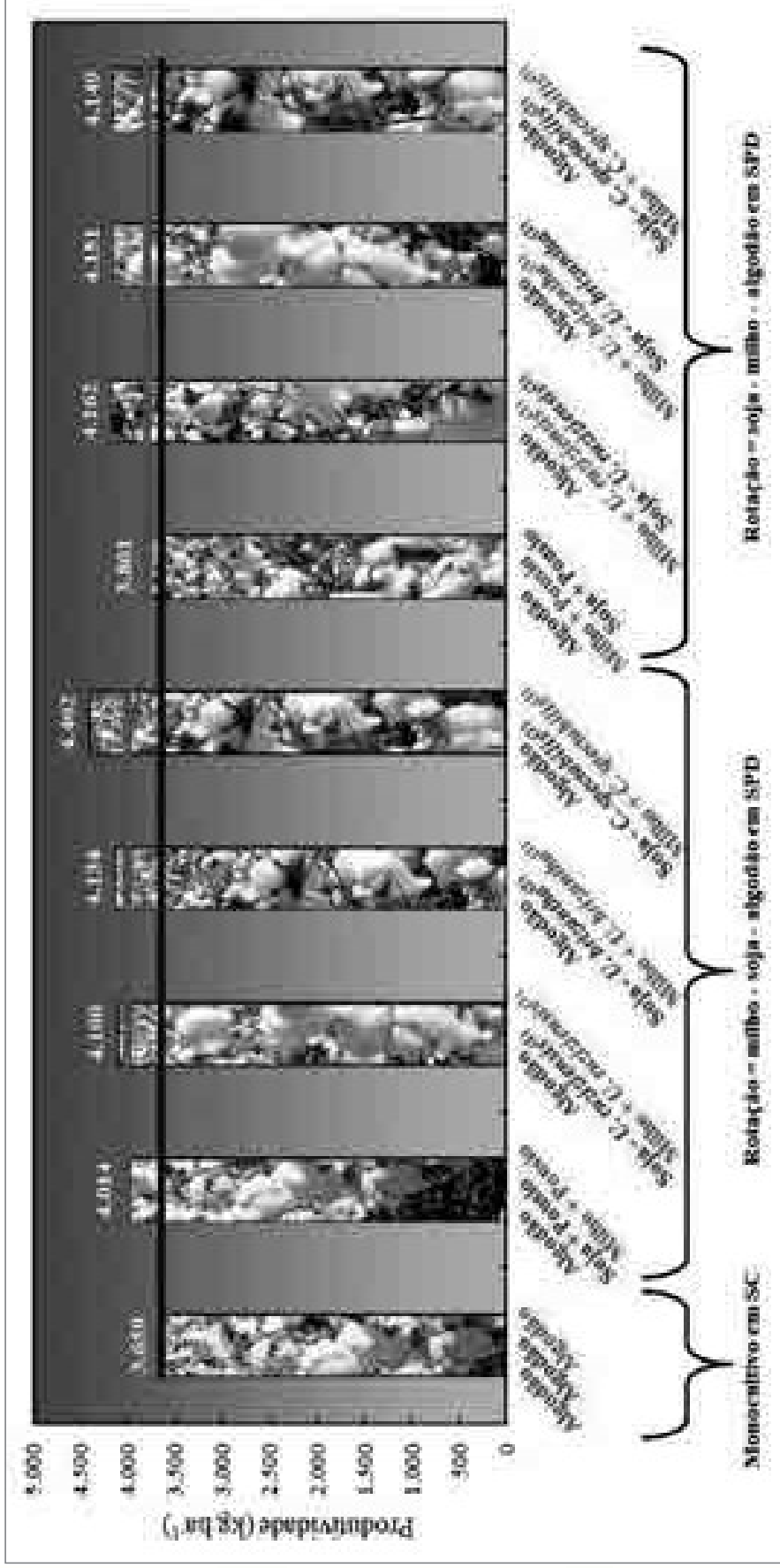
Fonte: Os autores.



**Figura 4.** Produtividade de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) conforme o sistema de cultivo. Algodão – SC = algodão em monocultura sob sistema convencional de preparo do solo; algodão - RC = algodão em rotação com soja (*Glycine max*) ou milho (*Zea mays*) conforme as cores das culturas no eixo x: cores verde, vermelha e azul são referentes aos cultivos do primeiro, segundo e terceiro anos, respectivamente. <sup>(1)</sup>Cultivo de milho em consórcio com *Urochloa ruziziensis* (braq.) no sistema Santa Fé. <sup>(2)</sup>Cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) ou *Crotalaria ochroleuca* (crotal.) em sucessão à soja.

Fonte: Os autores.





**Figura 5.** Produtividade de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) em diferentes sistemas de rotação de culturas (SC: sistema convencional; SPD: sistema de plantio direto). Cores verde, vermelha e azul são referentes aos cultivos do primeiro, segundo e terceiro anos, respectivamente. <sup>(1)</sup>Cultivo de milho (*Zea mays*) em consórcio com braquiárias (*Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* cultivar Paiaguás) e crotalária (*Crotalaria spectabilis*) no sistema Santa Fé. <sup>(2)</sup>Cultivo de braquiárias (*Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* cultivar Paiaguás) ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*) em sucessão à soja (*Glycine max*). (Pousio: sem cultivo de plantas de cobertura).

Fonte: Os autores.

Além dos benefícios já citados, nas áreas onde se faz o manejo com uso de plantas de cobertura, há incremento dos efeitos positivos no sistema de rotação com soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*) e algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Quando se utilizou a rotação de culturas com o uso das plantas de cobertura em consórcio com milho e em sucessão à soja, a produtividade mostrou-se maior do que na área onde foi utilizado esse mesmo esquema de rotação de culturas, porém sem a implantação das plantas de cobertura, ou seja, onde a área ficou em pousio após a colheita do milho e da soja (Figura 5).

## Uso de plantas de cobertura no sistema de plantio direto: implantação e manejo

---

Para propiciar vantagens ao sistema produtivo, a espécie de planta de cobertura a ser cultivada no SPD deve apresentar algumas características:

- Ser de fácil estabelecimento.
- Apresentar rápido crescimento.
- Propiciar boa cobertura do solo.
- Não ser hospedeira preferencial de doenças, pragas e nematoides.
- Auxiliar no manejo integrado de plantas daninhas.
- Permitir, se possível, a colheita de grãos ou o pastejo animal no período de entressafra, ou até mesmo a produção de sementes para comercialização.
- Apresentar, no caso de pastejo, boa tolerância ao pisoteio animal.
- Produzir matéria seca (MS) em quantidade suficiente para a semeadura direta.
- Ser de fácil manejo de dessecação com herbicidas, visando à semeadura direta.
- Não se tornar invasora da lavoura em sucessão.
- Apresentar palhada residual de boa persistência no solo durante o longo ciclo das culturas.

Tabela 2. Características de plantas de cobertura com potencial de uso no sistema de plantio direto.

Planta de cobertura	Produtividade de matéria seca	Cobertura do solo	Controle de plantas daninhas	Controle de mofo-branco <sup>1</sup>	Controle de percevejo castanho <sup>2</sup>	Controle de nematoides			Sensibilidade ao glyphosate <sup>3</sup>
						<i>Panonychus brachyurus</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>Aplysionchulus reniformis</i>	
<i>Crotalaria spectabilis</i>									
<i>Crotalaria juncea</i>									
<i>Crotalaria ochroleuca</i>									
<i>Cajanus cajan</i>									
<i>Sorghum bicolor</i>									
<i>Pennisetum glaucum</i> <sup>4</sup>									
<i>Urochloa ruziziensis</i>									
<i>Urochloa brizantha</i>									
<i>Megathyrsus maximus</i>									

<sup>1</sup> *Sclerotinia sclerotiorum*; <sup>2</sup> *Scaevola castanea*; <sup>3</sup> Dessecção com 1,440 g ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo; <sup>4</sup> Controle de nematoides: varizal de acordo com a cultivar

■ Adequada    ■ Regular    ■ Não indicada

Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2012).

A seguir e na Tabela 2, são descritas e caracterizadas algumas espécies de plantas de cobertura com potencial de uso no SPD.

### ***Urochloa ruzizensis***

A *Urochloa ruzizensis* tem muitos pelos nas folhas, o que faz com que a planta apresente aspecto macio e aveludado. É uma gramínea perene que cresce rapidamente e forma touceiras relativamente prostradas, e por isso confere boa cobertura do solo. Essa espécie de braquiária normalmente cresce até 1 m de altura e suas raízes podem ultrapassar 2 m de profundidade, porém a maioria delas se concentra nos primeiros 20 cm de profundidade.

Apresenta bom desempenho em solos de média e alta fertilidade e se adapta muito bem ao sistema de consórcio com o milho (sistema Santa Fé), pois tem boa tolerância ao sombreamento. Essa braquiária pode produzir mais que 12 mil kg ha<sup>-1</sup> de MS em consórcio com o milho no sistema Santa Fé. Tem pouca tolerância à seca e ao encharcamento, baixa capacidade de rebrota em condições de sobrepastejo e boa palatabilidade (para uso na ILP), porém é suscetível à cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*). A *U. ruzizensis* é uma espécie muito interessante para ser usada em áreas de SPD, pois, além da sua excelente cobertura do solo, é rústica e de fácil manejo de dessecação com o herbicida glifosato.

### ***Urochloa brizantha***

A *Urochloa brizantha*, conhecida também como braquiarião, tem como origem a África. É do tipo perene, muito robusta, cresce formando touceiras, que normalmente dificultam a semeadura em situações de pastos perenizados. Comparada com a *U. ruzizensis*, a *U. brizantha* tem crescimento mais vigoroso e sistema radicular mais agressivo; por isso necessita de maiores doses de glifosato no manejo de dessecação.

Existem, no mercado, várias cultivares dessa espécie de braquiária, entre as quais, destacam-se BRS Paiaguás, Marandu, MG-4, MG-5 Vitória ou Xaraés e BRS Piatã.

## ***Megathyrsus maximum***

Originária do continente africano, essa espécie é uma forrageira muito produtiva, bem aceita pelos animais (para uso na ILP) e que se adaptou facilmente às condições tropicais do Brasil. A *Megathyrsus maximum* é uma gramínea perene, que cresce na forma de touceiras, geralmente muito vigorosas. Tradicionalmente conhecida pela cultivar Colonião, essa espécie foi melhorada e originou algumas cultivares, entre as quais, Mombaça, Tanzânia e Aruana.

Existe também a cultivar Massai, que é um híbrido de *M. maximum* e *M. infestum*, porém as cultivares Mombaça, Tanzânia e Aruana apresentam porte maior, folhas mais largas e maior potencial produtivo. As espécies do gênero *Megathyrsus* geralmente apresentam boa tolerância à seca e ao frio, desenvolvem-se melhor em solos com baixa acidez e com média a alta fertilidade, mas não toleram solos com drenagem deficiente. A cultivar Massai é tolerante ao Al do solo.

A produção de MS das espécies do gênero *Megathyrsus* pode variar bastante de uma cultivar para outra, mas, de modo geral, atinge anualmente entre 10 mil kg ha<sup>-1</sup> e 25 mil kg ha<sup>-1</sup>, dependendo da época de semeadura e das condições edafoclimáticas. No cultivo em segunda safra (safrinha) após soja, foram obtidas, no Cerrado do sudoeste de Goiás, produtividades entre 9 mil kg ha<sup>-1</sup> e 16,6 mil kg ha<sup>-1</sup> (Ferreira et al., 2010), sendo as menores observadas para a cultivar Massai.

## ***Pennisetum glaucum***

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma gramínea anual de verão com metabolismo C4, de origem africana, de fácil instalação, condução e produção de sementes. Tem sistema radicular vigoroso, embora a maioria das raízes se concentre nos primeiros 10 cm. Dependendo das condições de solo e clima, as raízes do milheto podem explorar maiores profundidades do solo, o que permite à planta aproveitar melhor os nutrientes dessas camadas, além de auxiliar na descompactação e reestruturação do solo e, assim, permitir o acesso à água em períodos de seca (Salton; Kichel, 1998).

O milheto tem boa tolerância à seca e se adapta a solos de baixa fertilidade. Produz entre 5 mil kg ha<sup>-1</sup> e 15 mil kg ha<sup>-1</sup> de MS, variação que ocorre

em razão das condições de clima, época de semeadura e fertilidade do solo. A biomassa formada pelo milheto proporciona boa cobertura do solo, porém com qualidade inferior à auferida de braquiárias e espécies do gênero *Megathyrus*. Entretanto é importante lembrar que, devido ao seu crescimento vertical e à sua morfologia foliar, o milheto nem sempre promove boa cobertura do solo e, por isso, possibilita a infestação de plantas daninhas (Borges et al., 2014).

Nas condições tropicais brasileiras, a velocidade de decomposição da MS do milheto é elevada (Soratto et al., 2012), o que resulta em menor proteção do solo e, assim, atende adequadamente aos princípios do SPD (Scopel et al., 2013).

No que diz respeito à sensibilidade aos fitonematoides parasitas, há variação entre diferentes cultivares de milheto.

### ***Sorghum bicolor***

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma gramínea anual, de porte ereto, com elevada capacidade de produção de MS e que pode ser cultivado para a produção de grãos e forragem. Nos sistemas de produção do Cerrado, tem sido mais usado o sorgo granífero, de porte baixo, que é uma ótima opção de cultivo de segunda safra em substituição ao milho, principalmente em cultivos tardios, devido a sua maior tolerância ao déficit hídrico e à sua precocidade. Deve-se dar preferência às cultivares que não apresentam tanino nos grãos, porque ele compromete a qualidade nutricional do sorgo. Após a colheita dos grãos, o sorgo normalmente rebrota e sua massa vegetal aumenta após o início das chuvas da primavera, o que gera em torno de 5 mil kg ha<sup>-1</sup> a 10 mil kg ha<sup>-1</sup> (Ferreira et al., 2010).

### ***Cajanus cajan***

O guandu (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa forrageira comumente cultivada nas regiões tropicais e subtropicais. É uma planta de fácil implantação e manejo, pouco exigente quanto à fertilidade do solo e não tolera solos encharcados. Planta rústica e de porte arbustivo, o guandu pode atingir alturas

superiores a 3 m, dependendo da cultivar e da condição de cultivo. No período da seca, o guandu mantém boa persistência de folhas verdes devido ao profundo desenvolvimento de suas raízes. Apresenta bom teor de proteína tanto nas folhas quanto nas sementes; por isso é boa opção para alimentação animal na entressafra. O guandu apresenta boa produtividade de MS, mas seu crescimento inicial é lento e a morfologia de sua parte aérea não possibilita rápida e adequada cobertura do solo, quando semeado no final do período chuvoso. Essa característica pode resultar em infestações de plantas daninhas.

### ***Crotalaria spectabilis***

A *Crotalaria spectabilis* é leguminosa anual, ereta e de porte baixo, que pode atingir até 1,5 m de altura. Apresenta boa adaptação a diferentes ambientes tropicais, mas, em relação às gramíneas, produz menor quantidade de MS na entressafra do Cerrado brasileiro, ou seja, no cultivo de outono/inverno/primavera (Ferreira et al., 2010). Apresenta raiz pivotante, que é capaz de auxiliar na descompactação do solo. Também tem alto potencial de controle de nematoides parasitas de várias culturas dos sistemas de produção do Cerrado, conforme dados de Inomoto e Asmus (2014). Tem alta capacidade de fixação biológica do N da atmosfera e apresenta bom potencial para cultivo consorciado com espécies do gênero *Urochloa*, principalmente a espécie *U. ruziziensis*.

### ***Crotalaria juncea***

A *Crotalaria juncea* é uma leguminosa anual, ereta e de porte alto, que pode atingir até 3 m de altura, dependendo das condições do solo, clima e época de semeadura. Comparada às outras crotalárias e ao guandu, tem rápido crescimento inicial e boa produção de fitomassa. Apresenta vigoroso crescimento de raízes, boa tolerância à seca, alta capacidade de produção de MS e boa cobertura do solo. De acordo com Inomoto e Asmus (2014), sua reação aos fitonematoides varia bastante: de não hospedeira até má hospedeira para *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis* e até boa hospedeira para *Pratylenchus brachyurus*.



### ***Crotalaria ochroleuca***

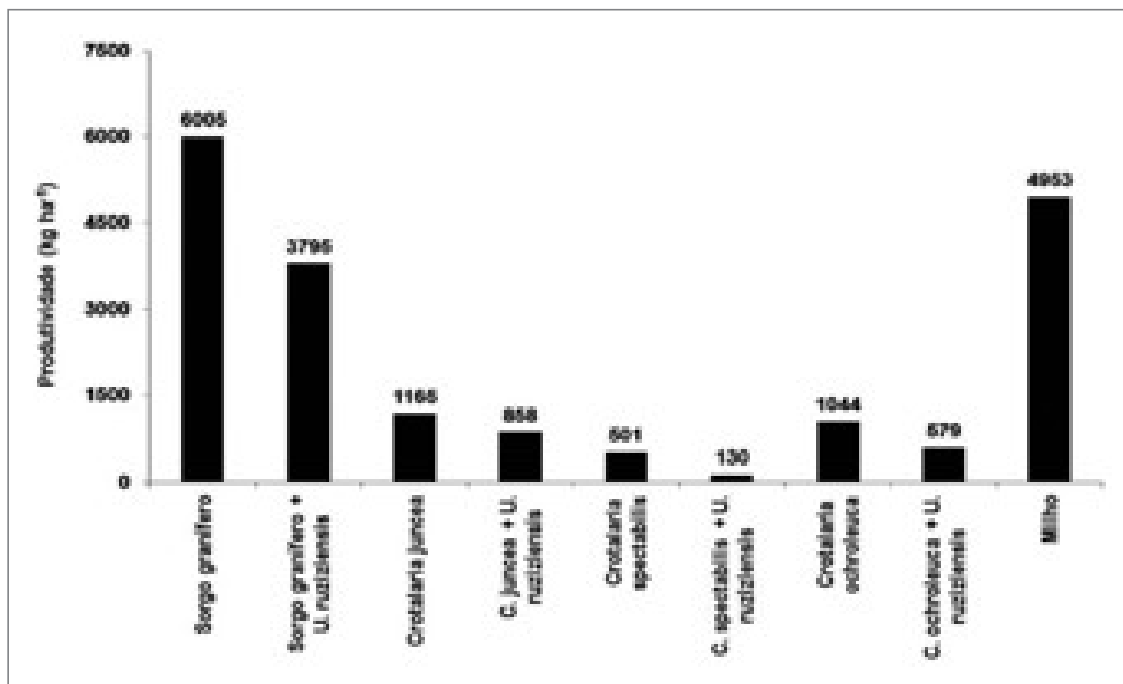
A *Crotalaria ochroleuca* é uma leguminosa anual de porte ereto, que pode atingir 2 m de altura, dependendo da época de semeadura e das condições edafoclimáticas. Seu crescimento inicial é lento, mas é uma espécie rústica, capaz de se desenvolver em solos com baixa disponibilidade de nutrientes e com baixo teor de matéria orgânica. Apresenta rápido e vigoroso desenvolvimento de raízes, as quais podem romper camadas adensadas ou compactadas do solo. Retém folhas verdes durante o período de entressafra no Cerrado brasileiro e é considerada uma planta com boa tolerância ao déficit hídrico. Assim como a *C. spectabilis*, apresenta boa tolerância aos fitonematoides *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus*. Produz mais MS do que a *C. spectabilis*, com quantidade próxima da gerada pela *C. juncea*.

### ***Crotalaria breviflora***

A *Crotalaria breviflora* é uma leguminosa anual com hábito de crescimento ereto arbustivo, de porte baixo, que pode atingir de 0,6 m a 1,1 m de altura, dependendo da época e da densidade de semeadura, do clima e da fertilidade do solo. Seu crescimento é rápido e seu ciclo é curto; adapta-se aos climas tropical e subtropical, porém não tolera geada. Desenvolve-se bem em solos argilosos e arenosos. Tem capacidade de produção de MS entre 3 mil kg ha<sup>-1</sup> e 5 mil kg ha<sup>-1</sup>, com menor potencial no cultivo de outono/inverno. Tem potencial de fixação de N similar ao da *C. spectabilis* e, de acordo com Inomoto e Asmus (2014), não é hospedeira de *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis*.

## **Estabelecimento das plantas de cobertura**

Algumas plantas de cobertura, além de produzirem MS para o SPD e minimizarem problemas do sistema de produção (Tabela 2), também podem produzir grãos/sementes (Figura 6) que, colhidos, poderão ser comercializados ou usados para alimentação animal ou como sementes para o cultivo em novas áreas.



**Figura 6.** Produtividade de grãos ou sementes de culturas e plantas de cobertura cultivadas no Cerrado em segunda safra após soja (*Glycine max*), em Santa Helena de Goiás, GO, em 2013. Sorgo: *Sorghum bicolor*. Milho: *Zea mays*.

Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2016).

O sucesso do cultivo de plantas de cobertura ocorre em função de uma série de fatores, que vão desde a escolha da espécie, qualidade das sementes e do solo e condições climáticas durante a época de semeadura, até o desenvolvimento das plantas, do sistema de cultivo e do manejo cultural.

### Qualidade das sementes

A qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes das culturas de cobertura é um pré-requisito fundamental. Atualmente, existem muitas possibilidades de obtenção dessas sementes, inclusive a compra pela internet. Entretanto deve-se ter o cuidado de adquiri-las de produtores ou comerciantes idôneos, que garantam a sua sanidade, a ausência de estruturas de resistência de doenças (por exemplo, o mofo-branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum*) e as altas porcentagens de pureza e germinação.

As sementes das braquiárias e das espécies do gênero *Megathyrsus*, quando provenientes de sistema de colheita de varredura, tendem a apresentar menor valor cultural (VC) devido à menor pureza física, tal como observado em *Megathyrsus maximum* cultivar Mombaça por Maschietto et al. (2003).

As sementes das plantas de cobertura podem ser via de disseminação de patógenos, pragas ou plantas daninhas. Dependendo do sistema de produção, as sementes de braquiárias e das espécies do gênero *Megathyrsus* podem levar consigo terra infestada de fitone-matoides parasitas das culturas e do sistema.

O uso de sementes contaminadas dificulta o manejo das áreas, onera os custos de produção e compromete a produtividade e a qualidade dos produtos colhidos. Um exemplo é o da *C. spectabilis*, suscetível ao mofo-branco (Figura 7A), doença cujas estruturas de resistência do fungo, chamadas de escleródios (Figura 7B), podem contaminar os lotes de sementes de crotalária. Essas, quando semeadas, disseminam os escleródios de mofo-branco que, dependendo das condições climáticas, podem infectar plantas de soja, algodão, feijão (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Solanum lycopersicum*), girassol (*Helianthus annuus*) e de várias outras culturas.



Fotos: Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira

**Figura 7.** Planta de *Crotalaria spectabilis* atacada por mofo-branco (A) e com a presença externa do escleródio (B).

## Épocas de semeadura

Com o objetivo de produzir quantidade suficiente de MS para o SPD no Cerrado brasileiro, atenção especial deve ser destinada à época de semeadura das plantas de cobertura.

De acordo com Ferreira et al. (2007), quando a semeadura de *U. ruziziensis*, sorgo, milheto, *C. spectabilis* e capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) é realizada no início da primavera, ou seja, no início do período chuvoso no Cerrado brasileiro, normalmente as plantas de cobertura não aportam MS suficiente à semeadura direta das culturas do sistema, mesmo se o algodão for semeado entre o final de novembro e durante o mês de dezembro. Nessa condição, além de as plantas de cobertura disponibilizarem baixa quantidade de MS, a palha residual no solo é rapidamente decomposta durante o desenvolvimento vegetativo da cultura implantada.

As gramíneas, por apresentarem maior relação carbono/nitrogênio (C/N), geralmente apresentam menor taxa de decomposição da sua MS no solo. Porém, no cultivo da primavera, em função do curto período de desenvolvimento, elas acumulam pouca lignina nos seus tecidos (Carvalho et al., 2011), o que favorece a rápida decomposição da fitomassa acumulada.

Em áreas com lavoura de soja em que não serão feitos cultivos econômicos em segunda safra, seja por decisão estratégica, seja por limitação pluvial (regiões onde o regime de chuva possibilita apenas uma safra), adequada produção de MS é obtida quando as plantas de cobertura são semeadas no período de fevereiro-março, logo após o cultivo e a colheita da soja (Ferreira et al., 2010; Ferreira; Carvalho, 2015). Quanto mais cedo for semeada e colhida a soja, maior disponibilidade hídrica e desenvolvimento terão as plantas de cobertura semeadas em sucessão.

No Cerrado brasileiro, para o adequado estabelecimento e desenvolvimento das plantas de cobertura, as espécies *U. ruziziensis*, *U. brizantha*, sorgo, milheto, *C. spectabilis*, *C. juncea*, *C. ochroleuca* e as cultivares Mombaça, Tanzânia e Aruana da espécie *Megathyrsus maximum* não devem sofrer déficit hídrico nos primeiros 50 dias após a semeadura (Ferreira et al., 2016). Normalmente no Cerrado, as chuvas diminuem ou até mesmo se encerram entre meados e final de abril, embora, em algumas regiões, as chuvas possam se estender até o início de maio. Portanto, de acordo com a média histórica de precipitação pluviométrica de cada região, é possível retroceder 50 dias, para que seja estimada a data-limite para a semeadura.

dura das plantas de cobertura. Entretanto é importante ressaltar que, quanto mais cedo for a semeadura das plantas de cobertura, ou seja, quanto mais próxima da primeira metade do verão (desde o final de janeiro até meados de fevereiro), melhor será a produção de MS, grãos ou sementes.

### Sistemas de cultivo solteiro e consorciado

As plantas de cobertura podem ser cultivadas de forma exclusiva (solteira), ou seja, quando se utiliza apenas uma espécie, e de forma consorciada, quando se associam duas ou mais espécies de plantas, o que pode abranger apenas plantas de cobertura ou o cultivo simultâneo de uma planta de cobertura com uma espécie para a produção de grãos, como o milho ou o sorgo.

A consorciação de plantas de cobertura possibilita a produção de grãos ou sementes por uma espécie e a concomitante produção de biomassa para alimentação animal e a disponibilização de palha para a semeadura direta das espécies em rotação na próxima safra. Dependendo das plantas de cobertura associadas, o consórcio pode resultar em melhor cobertura e exploração do solo, maior diversidade da biomassa microbiana do solo, maior capacidade da ciclagem de nutrientes e melhores estruturação do solo e equilíbrio da sua relação C:N.

Como exemplos de cultivos consorciados, podem ser citados os que envolvem espécies do gênero *Urochloa* (*U. ruziziensis* e *U. brizantha*) com as seguintes espécies: *C. spectabilis*, *C. juncea* e *C. ochroleuca*, guandu, sorgo granífero, milheto, girassol e *Sesamum indicum* (gergelim).

Também é possível consorciar milho com crotalárias, principalmente a *C. spectabilis*. Dada a dificuldade de manejo de plantas daninhas de “folhas largas” no consórcio de milho com crotalária ou guandu, a semeadura dessas leguminosas deve ser realizada no estágio fenológico V4 (quarta folha desenvolvida) do milho, após aplicação de herbicida seletivo. Foram obtidos ótimos resultados com milho transgênico resistente ao glifosato, pois esse herbicida não apresenta efeito residual e, portanto, não interfere na germinação e desenvolvimento da crotalária (Ferreira et al., 2016). As sementes de crotalária são distribuídas misturadas ao adubo de cobertura do milho, com aplicação nas

entrelinhas por meio de um cultivador/adubador com discos duplos. Essa opção de manejo possibilita o adequado desenvolvimento, a boa produção e a colheita do milho e favorece o crescimento da crotalária, sem que haja redução da produtividade do milho, tampouco a produção de sementes de crotalária, que podem contaminar os grãos de milho (Figura 8).

Foto: Júlio Cesar Bogiani



**Figura 8.** Cultivo consorciado de milho com *Crotalaria spectabilis* em estágio de desenvolvimento R6 (A) e na fase de colheita (B).

### **Cultivo consorciado de milho com gramíneas forrageiras (T3)**

O sistema conhecido como Santa Fé consiste no cultivo de milho para a produção de grãos e o concomitante cultivo de espécies forrageiras, principalmente de braquiárias, que, além de servirem para a alimentação animal, fornecem MS para a semeadura direta da cultura em sucessão.

O milho pode ser cultivado como safra principal ou segunda safra (safrinha). Existem quatro modos de semeadura da gramínea forrageira:

- A lanço, após a dessecação da área e antes da semeadura do milho, de modo que a semente de braquiária seja incorporada pela movimentação do solo durante a operação de semeadura do milho. No caso de haver muita MS remanescente dos cultivos anteriores, recomenda-se passar o correntão com discos/facas após a semeadura da braquiária e antes da semeadura do milho.
- Concomitantemente com a semeadura do milho, realizada de forma mecanizada, de modo que as sementes de braquiária sejam misturadas com o fertilizante ou semeadas em fileiras intercaladas com as fileiras

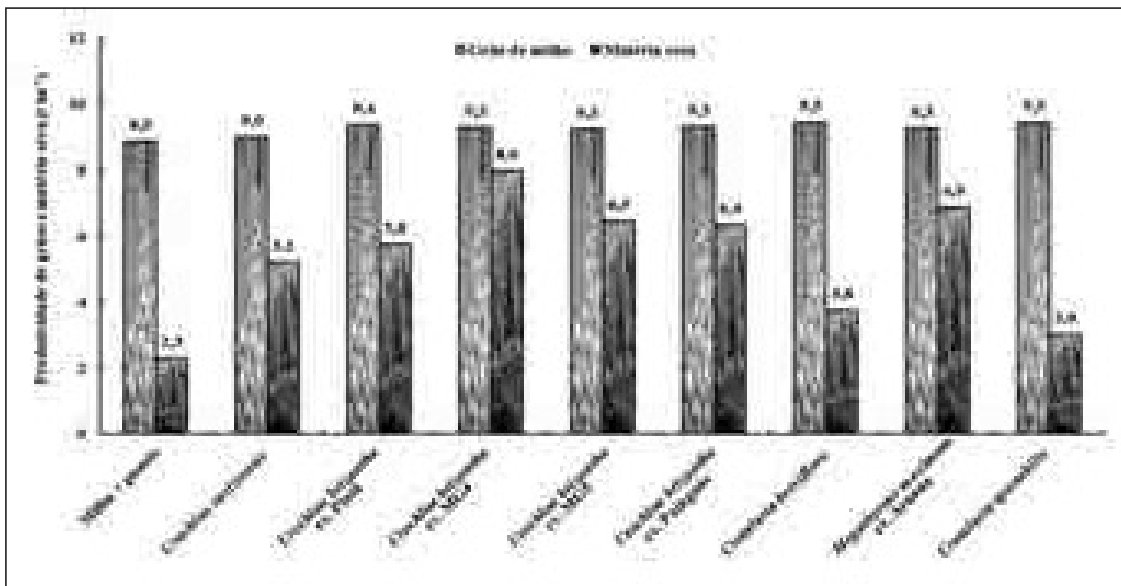


de milho ou ainda distribuídas por meio de uma terceira caixa localizada na frente da semeadora.

- Juntamente com o fertilizante da primeira adubação de cobertura do milho, de modo que os fertilizantes e as sementes sejam incorporados ao solo.
- Em sobressemeadura, com distribuição aérea realizada após o início do pendoamento do milho até a fase de grão leitoso (estádio reprodutivo R3), quando, na prática, a espiga está adequada ao consumo como “mi-lho cozido”. A sobressemeadura é o método menos indicado entre todos os citados, porque resulta nas piores qualidades da germinação e do estabelecimento da planta de cobertura na cultura do milho.

Após a emergência do milho, quanto mais tarde é feita a semeadura da braquiária, pior é o seu desenvolvimento, pois o crescimento do milho compromete a emergência e o desenvolvimento das forrageiras.

O consórcio de milho com braquiárias, em experimento executado em Luís Eduardo Magalhães, BA, no Cerrado do Nordeste (onde o regime de chuva possibilita apenas uma safra), teve resultados satisfatórios de produção de MS, sem prejuízos à produtividade do milho (Figura 9).



**Figura 9.** Produtividade de milho (*Zea mays*) e quantidade de biomassa (matéria seca) formada pelas plantas de cobertura cultivadas em consórcio com o milho no sistema Santa Fé (pousio: sem cultivo de plantas de cobertura).

Fonte: Os autores.



Em algumas regiões do Cerrado brasileiro que possibilitam segunda safra, as chuvas cessam em meados de abril, e por isso o milho de segunda safra não produz satisfatoriamente no cultivo em safrinha. Nesses locais, ele pode ser substituído pelo sorgo granífero, que apresenta maior tolerância ao déficit hídrico e se adapta bem ao cultivo consorciado com *U. ruziziensis* (Figura 10).

### Cultivo consorciado de soja com gramíneas forrageiras (T3)

A distribuição da planta de cobertura pode ser realizada em sobressemeadura durante o cultivo da soja por meio de equipamentos mecanizados (por exemplo, trator) ou por avião.

As espécies dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus* devem ser semeadas preferencialmente entre os estádios fenológicos R5.2 e R5.4 da soja. Se for semeado o milheto, a planta de soja pode estar entre R5.5 a R6. Quando a semeadura ocorre antes de R5, não há luz suficiente para a germinação das sementes nem para o adequado desenvolvimento das plantas; aquelas que porventura tenham emergido estarão sujeitas ao estiolamento. Se a semeadura for após R7.1, a intensa desfolha da soja reduzirá o contato das sementes com o solo e, conseqüentemente, prejudicará a germinação, a emergência e o estabelecimento das plantas de cobertura.



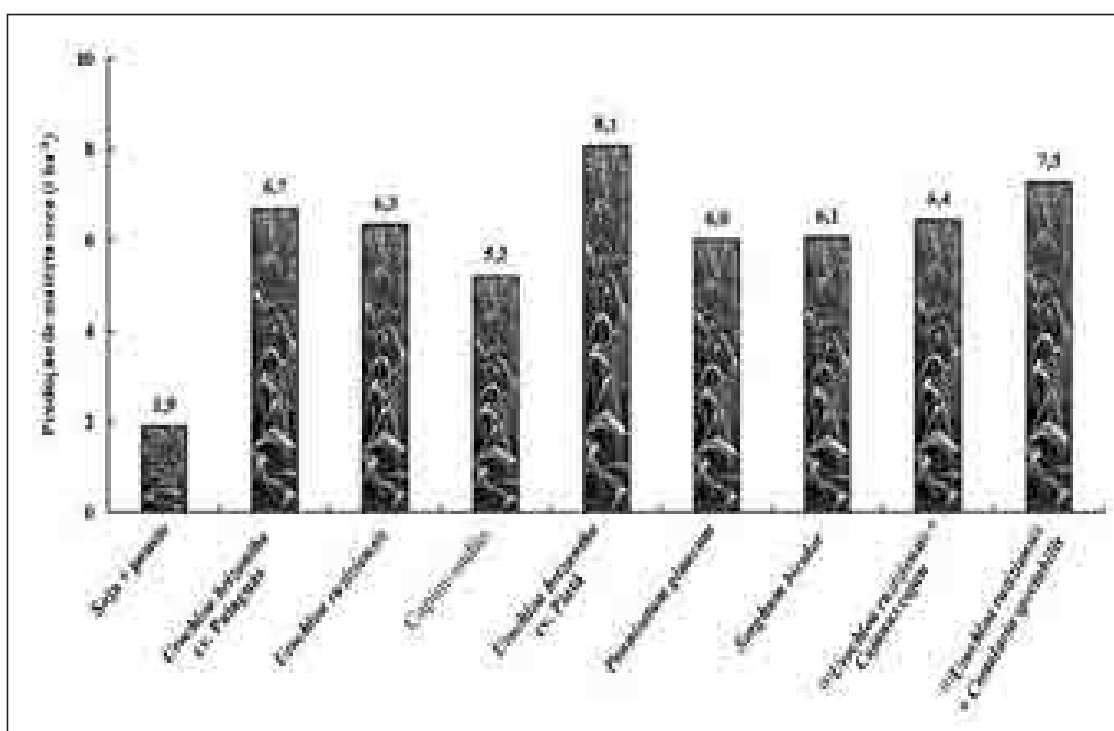
Foto: Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira

**Figura 10.** Campo com *Urochloa ruziziensis* após colheita dos grãos de sorgo (*Sorghum bicolor*)(esquerda) e sorgo consorciado com *Urochloa ruziziensis* (direita) antes da colheita.

## Cultivo das plantas de cobertura com a semeadura após a colheita da soja

Essa forma de cultivar plantas de cobertura vem aumentando gradativamente no Cerrado. As plantas de cobertura são semeadas mecanicamente, imediatamente após a colheita da soja. Quanto mais demorada for a colheita da soja (adentrando fevereiro e até março), pior será o desenvolvimento e a produtividade das plantas de cobertura, dada a redução do período chuvoso, que termina com o avançar do outono. Por essa razão, é importante adotar uma cultivar de soja precoce (ciclo próximo a 100 dias) ou, no máximo, uma cultivar com ciclo de até 125 dias.

O cultivo de plantas de cobertura em sucessão à soja, com semeadura feita imediatamente após a colheita da soja (na primeira quinzena de março), na região de Luís Eduardo Magalhães, BA, proporcionou a formação de até 8,1 t ha<sup>-1</sup> de MS, enquanto na área de pousio a quantidade deixada pelos restos culturais da soja após a colheita foi de 1,9 t ha<sup>-1</sup> de MS (Figura 11).



**Figura 11.** Quantidade de matéria seca formada pelas plantas de cobertura semeadas imediatamente após a colheita da soja. <sup>(1)</sup>Cultivo consorciado em linhas alternadas. Capim-sudão (*Sorghum sudanense* L.)(pousio: sem cultivo de plantas de cobertura).

Fonte: Os autores.

### Quantidade de sementes

A quantidade de sementes a ser usada varia de acordo com a espécie, cultivar, época de semeadura, sistema de cultivo (se solteiro ou consorciado), valor cultural do lote de semente, peletização (ou não) da semente, peso das sementes, forma e profundidade de semeadura.

No cultivo consorciado de duas espécies de cobertura, recomenda-se usar 60% da quantidade indicada para o cultivo solteiro (Tabela 3) de cada espécie.

Quando as sementes são distribuídas a lanço ou dispostas no solo junto com o fertilizante da cultura principal, a quantidade deve ser aumentada entre 50% e 100%. Maiores quantidades também devem ser usadas quando as sementes são distribuídas em sobressemeadura durante o desenvolvimento da soja, do milho ou do sorgo. Se, na época da semeadura, as condições climáticas não forem muito favoráveis ao estabelecimento das plantas de cobertura, também se sugere aumentar a quantidade de sementes. Além disso, abaixo de 2,5 cm do solo, quanto mais profunda for a disposição, no solo, de sementes miúdas e com baixa quantidade de reserva, maior deverá ser a quantidade de sementes distribuídas.

A recomendação da quantidade de sementes das espécies de *Urochloa* e *Megathyrsus* também pode ser feita com base no critério de ponto de valor cultural (PVC) por hectare, com valores que geralmente variam de 300 a 500, de acordo com a espécie, cultivar, condições ambientais na época da semeadura e, principalmente, forma de distribuição das sementes. Para semeadura em linha, com a semente colocada em torno de 2 cm a 3 cm de profundidade e condição ótima de semeadura, adota-se menor PVC, enquanto para semeadura a lanço e aérea ou com condição climática não muito adequada, adota-se maior PVC.

Para calcular a quantidade de sementes comerciais por hectare, basta dividir o PVC por hectare pelo valor cultural do lote comercial de sementes. Por exemplo, para uma condição adequada de semeadura em que possa ser estabelecido o PVC de 300, se a semente encontrada no comércio for de VC igual a 50%, seria necessários ter 6 kg ha<sup>-1</sup> de sementes do lote comercial.

**Tabela 3.** Quantidade de sementes para o cultivo solteiro das plantas de cobertura<sup>(1)</sup>.

Espécie / cultivar	Quantidade de sementes com VC de 100% (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>(2)</sup>	Quantidade de sementes com VC de 60% (kg ha <sup>-1</sup> )	Quantidade de sementes com VC de 40% (kg ha <sup>-1</sup> )
<i>Megathyrus maximum</i> cv. Mombaça e Tanzânia	2 - 3	3,3 - 5	5 - 7,5
<i>M. maximum</i> cv. Aruana	2 - 4	3,3 - 6,7	5 - 10
<i>M. maximum</i> x <i>Megathyrus infestum</i> (híbrido Massai)	2 - 2,5	3,3 - 4,2	5 - 6,3
<i>Urochloa ruziziensis</i>	2 - 4	3,3 - 6,7	5 - 10
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã, MG-5 (Xaraés) e MG-4 (Libertad)	3,5 - 5	5,8 - 8,3	8,8 - 12,5
Sorgo granífero ( <i>Sorghum bicolor</i> )	10 - 15	16,7 - 25	25 - 37,5
Milheto ( <i>Pennisetum glaucum</i> )	10 - 12	16,7 - 20	25 - 30
<i>Crotalaria spectabilis</i>	8 - 12	13,3 - 20	20 - 30
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	4 - 8	6,7 - 13,3	10 - 20
<i>Crotalaria, juncea</i>	20 - 30	33,3 - 50	50 - 75
Guandu ( <i>Cajanuscajan</i> )	20 - 30	33,3 - 50	50 - 75

<sup>(1)</sup> VC: valor cultural. <sup>(2)</sup> Quantidade de semente comercial a ser usada por hectare = [(quantidade de semente com 100% de germinação e 100% de pureza) x 100]/VC da semente comercial. Se o VC da semente comercial não for fornecido, deve-se calculá-lo conforme a seguinte fórmula: VC = (% de germinação x % de pureza)/100.

Fonte: Ferreira et al. (2016).

Por ocasião da aquisição das sementes, não se deve observar apenas o custo do quilograma da semente comercial. É preciso atentar ao valor cultural do lote, que indica o valor a ser pago pelo quilograma de sementes puras viáveis.

Sementes peletizadas, revestidas ou incrustadas, por apresentarem menos impurezas (pedras, torrões, sementes de plantas daninhas, palhas, gravetos, etc.), geralmente são mais caras. Por isso é preciso avaliar os potenciais benefícios de seu uso. Alguns trabalhos evidenciam que o revestimento de sementes de gramíneas forrageiras reduz as velocidades de germinação e emergência (Santos et al., 2010; Brites et al., 2011), embora propiciem maior proteção às sementes (Derré et al., 2013) e garantam sua qualidade fisiológica durante o armazenamento (Santos et al., 2010).

### **Formas de semeadura, profundidade da semente e espaçamento entre fileiras**

A semeadura das plantas de cobertura pode ser realizada de forma mecanizada, com semeadoras tradicionais com discos adaptados para grãos miúdos, dependendo da espécie a ser usada. As sementes de milho e braquiária, por exemplo, podem ser colocadas em caixas separadas com semeadura em linhas espaçadas de 45 cm a 50 cm, intercalando-se as fileiras de milho com as de braquiária. Existem as multissemeadoras ou semeadoras múltiplas, que, de acordo com os ajustes ou substituição de seus componentes, podem ser usadas para a semeadura de sementes miúdas e graúdas.

As sementes das plantas de cobertura também podem ser colocadas nas caixas de adubo para serem misturadas com o fertilizante ou com areia. Quando as sementes são misturadas com fertilizante, a semeadura deve ser realizada preferencialmente no mesmo dia, de modo a evitar danos por salinidade. Quando se usa a areia como meio de distribuição das sementes de uma ou mais espécies de cobertura, a mistura, depois de bem-homogeneizada, deve ser colocada no depósito de fertilizante. Deve-se ter atenção na regulagem do equipamento para não aprofundar demais as sementes, as quais devem ser dispostas no máximo até 5 cm de profundidade. Conforme comentado anteriormente, quanto maior a profundidade de semeadura a partir de 2,5 cm, maior deverá ser a quantidade de sementes a ser usada.

No cultivo de braquiárias consorciadas com leguminosas, a exemplo de *C. spectabilis* ou *C. juncea* e guandu, é possível distribuir as sementes da gramínea e da leguminosa na mesma linha de semeadura. As leguminosas, cujas sementes são maiores, podem ser colocadas nas caixas de sementes, e as sementes de braquiária, que são miúdas, podem ser misturadas com areia e colocadas na caixa de fertilizantes.

A soja, após sua colheita, deixa poucos restos culturais, o que torna desnecessário o aprofundamento do disco de corte da semeadora no solo. Isso evita que as sementes das plantas de cobertura fiquem muito enterradas, fato que diminui a emergência das plântulas.

Geralmente a profundidade de semeadura é de 2 cm a 3 cm para a maioria das espécies de plantas de cobertura, mas espécies cujas sementes são maiores, como as do guandu, podem ser dispostas até no máximo 5 cm.

No cultivo consorciado de braquiária com milho ou sorgo na mesma linha de semeadura, as sementes das gramíneas forrageiras são dispostas em profundidade maior do que a necessária para sementes da cultura principal. Nesse sistema de cultivo, a semente de braquiária, quando misturada ao fertilizante da cultura principal, deve ser disposta no solo até a profundidade máxima de 6 cm. Assim, o milho ou o sorgo emergirá primeiro e, depois de alguns dias, a depender da profundidade de semeadura, emergirá a forrageira.

Quanto mais tarde for a semeadura, ou seja, quanto mais próximo estiver o fim do verão, mais importante se torna dispor as sementes em profundidades menores (entre 2 cm e 3 cm), de modo a favorecer a germinação, a emergência e o rápido estabelecimento das plantas de cobertura durante o curto período com disponibilidade hídrica, antes do início do período seco. Apesar da alta eficiência da distribuição das sementes por avião ou a lanço por equipamentos mecanizados (tratores), o risco de insucesso é elevado, pois as condições do solo e do ambiente precisam ser muito favoráveis, para que a planta de cobertura se estabeleça e desenvolva.

No cultivo consorciado de milho com *U. ruziziensis*, é possível realizar a semeadura da forrageira junto com o fertilizante da primeira adubação de cobertura do milho, quando este se encontra com 2 a 4 folhas. Nesse sistema de



cultivo, o espaçamento do milho geralmente é de 70 cm a 90 cm e, nas entrelinhas, são dispostos o adubo e as sementes de braquiária em filetes contínuos entre 1 cm e 3 cm de profundidade.

O espaçamento de 0,45 m entre as fileiras, que normalmente é utilizado na semeadura das plantas de cobertura após o cultivo da soja, pode ser aumentado conforme a espécie, a exemplo do guandu, que pode chegar a 0,9 m, com profundidade de semeadura entre 2 cm e 5 cm.

Quanto mais próxima ao início do outono for a semeadura das plantas de cobertura, menor deve ser o espaçamento entre fileiras. Porém, dada a dificuldade de regulagem dos equipamentos mecânicos de semeadura, nem sempre isso é possível. A semeadura tardia, em espaçamentos entre fileiras maiores do que 0,45 m, resulta em menor crescimento das plantas de cobertura, o que propicia o desenvolvimento de plantas daninhas.

### **Adubação de semeadura**

Normalmente, não se adubam as plantas de cobertura, a não ser indiretamente (por meio da mistura das sementes da planta de cobertura com os fertilizantes de semeadura ou com as sementes da cultura principal), quando elas são cultivadas de forma consorciada com milho ou sorgo.

### **Manejo de plantas daninhas no cultivo das plantas de cobertura**

Para o adequado estabelecimento e crescimento das plantas de cobertura, é fundamental que elas sejam semeadas em área sem a presença de plantas daninhas ou plantas voluntárias de soja (em tigueras). Normalmente, ocorrem perdas de soja na colheita. As sementes caídas no solo rapidamente germinam e, em poucos dias, passam a infestar as lavouras formadas pelas plantas de cobertura. Portanto recomenda-se aguardar pelo menos 10 dias após a colheita da soja, para que ocorra a emergência das plântulas voluntárias. Para o controle dessas plantas, recomenda-se aplicar herbicida dessecante (a exemplo do paraquat, na dose de 300 g ha<sup>-1</sup> a 400 g ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo) entre 24 e 48 horas antes da semeadura da planta de cobertura. Também é possível aplicar o herbicida paraquat imediatamente após a se-



medura da espécie de cobertura. Contudo dois fatores podem prejudicar a eficiência de controle: 1) na semeadura mecanizada da planta de cobertura, as plantas daninhas, as plantas voluntárias de soja ou as sementes em fase de germinação e emergência podem ficar cobertas por terra e, portanto, não serem atingidas pelo herbicida; e 2) na época de semeadura das plantas de cobertura, é comum ocorrerem chuvas em excesso, que podem impedir a pulverização do herbicida (paraquat ou outro), inclusive sistêmico.

No cultivo solteiro de gramíneas forrageiras, é possível controlar plantas daninhas de folhas largas por meio do herbicida pós-emergente 2,4-D, que, no entanto, é pouco efetivo no controle de plantas daninhas de folhas estreitas. No cultivo de leguminosas forrageiras, o controle de gramíneas é facilitado por herbicidas graminicidas em pós-emergência, mas o controle químico de folhas largas é difícil, sendo escassas as informações de seletividade dos herbicidas pós-emergentes em relação às leguminosas de cobertura. O cultivo consorciado de gramíneas forrageiras com plantas de cobertura compostas de espécies de folha larga carece de mais estudos, pois o uso de herbicidas pré-emergentes ou pós-emergentes se torna muito mais complexo e difícil.

### **Manejo de plantas daninhas e supressão da braquiária no seu cultivo consorciado com milho**

Além dos problemas com as plantas daninhas e plantas voluntárias (em tigueras) de soja, que prejudicam o desenvolvimento e a produtividade do milho em sucessão, as braquiárias também podem competir com o milho no cultivo consorciado, principalmente se a época de semeadura e as condições edafoclimáticas forem favoráveis ao crescimento da forrageira. Para evitar ou diminuir essa competição, é preciso equilibrar o crescimento da braquiária por meio de subdoses de herbicidas graminicidas.

Entre os herbicidas que podem ser usados no cultivo consorciado de milho com braquiária, estão atrazina, nicosulfuron e mesotriona.

O herbicida atrazina deve ser usado em pós-emergência do milho e da braquiária, com a dose máxima de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo. Ele

apresenta boa eficiência no controle de folhas largas (inclusive de soja em tiguera), mas não deve ser aplicado nos estádios iniciais de desenvolvimento da braquiária, pois pode matá-la. Quando associado a óleo, a dose deve ser reduzida para  $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$  do ingrediente ativo e a pulverização deve ser realizada quando a braquiária tiver iniciado o perfilhamento (Concenço; Silva, 2013). Essas mesmas recomendações podem ser usadas para o manejo de plantas daninhas no consórcio de sorgo com braquiárias.

O nicosulfuron e a mesotriona podem ser aplicados de forma isolada ou associados com atrazina. Esses herbicidas são seletivos ao milho e apresentam bom controle de gramíneas; por esse motivo, devem ser aplicados em doses muito inferiores às recomendadas para o cultivo do milho solteiro. As doses devem ser de  $6 \text{ g ha}^{-1}$  a  $8 \text{ g ha}^{-1}$  do ingrediente ativo de nicosulfuron (as menores doses para *U. ruziziensis* e as maiores para *U. brizantha*) e de  $72 \text{ g ha}^{-1}$  do ingrediente ativo de mesotriona. A mistura de atrazina e mesotriona (nas doses de  $900 \text{ g ha}^{-1}$  e  $72 \text{ g ha}^{-1}$  do ingrediente ativo, respectivamente) apresenta excelentes resultados; há a possibilidade de adicionar nicosulfuron na dose de  $1,2 \text{ g ha}^{-1}$  do ingrediente ativo a essa mistura no caso da presença de capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*). Mesmo com essas baixas doses, esses herbicidas apresentam potencial de supressão do crescimento das gramíneas forrageiras no consórcio com o milho por ocasião de uma possível competição sem, contudo, comprometê-las seriamente e sem prejudicar a produtividade do milho.

### Manejo de pragas

As plantas de cobertura também podem ser atacadas por pragas, algumas das quais polífitas, ou seja, insetos que se alimentam de várias espécies de plantas. Algumas lagartas, como as dos gêneros *Spodoptera* e *Helicoverpa*, alimentam-se de milheto, espécies do gênero *Megathyrus* e sorgo. A *Helicoverpa* sp. também ataca o guandu e a crotalária; e o percevejo-marrom-da-soja (*Euschistus heros*) também ataca o guandu. Essas pragas são muito danosas a muitas culturas de interesse econômico, como soja, milho e algodão. Portanto, dependendo do nível de infestação de pragas, faz-se necessário o controle, o que evita a chamada “ponte verde”, que é a sobrevivência e multiplicação das pragas nos diferentes cultivos durante o ano. Os inseticidas, que são a principal forma de controle dessas

pragas, podem ser aplicados durante o desenvolvimento das plantas de cobertura ou por ocasião da dessecação em pré-semeadura. A trituração mecânica das plantas de cobertura também é uma estratégia de controle, sobretudo das lagartas.

### **Manejo das plantas de cobertura em pré-semeadura direta**

A dessecação em pré-semeadura é uma importante operação para o cultivo das lavouras em SPD. Ela é um pré-requisito para o adequado desempenho e garantia da qualidade de semeadura, além de auxiliar no manejo das plantas daninhas e evitar que a planta de cobertura torne-se invasora da cultura em sucessão.

Pode haver germinação de sementes espontâneas de plantas de cobertura após a semeadura direta da lavoura, como também pode haver rebrota de algumas plantas de cobertura durante o desenvolvimento da lavoura, caso elas não tenham sido mortas na dessecação. Essas plantas voluntárias de cobertura, se não forem controladas, competirão e prejudicarão as plantas da lavoura principal. Nesse caso, o uso de herbicidas é imprescindível. Quando se cultivam lavouras com plantas geneticamente modificadas com resistência aos herbicidas glifosato e/ou glufosinato, o uso desses herbicidas é muito efetivo para o controle dessas plantas. No caso de lavoura não transgênica, também existem herbicidas seletivos que podem ser utilizados para controle das plantas de cobertura que emergem. No entanto o controle de rebrotas é mais difícil; por isso é importante uma boa dessecação antes da semeadura.

A dessecação deve ser feita com pelo menos 20 dias de antecedência da semeadura direta da lavoura, ou seja, em tempo hábil para que a planta daninha esteja morta e seca. Caso a dessecação seja realizada próximo da semeadura (entre 5 e 10 dias), as plantas de cobertura poderão encontrar-se murchas, o que dificulta o corte da palhada pelos discos da semeadora e, conseqüentemente, favorece o embuchamento. Dessecações feitas após a semeadura ou até 3 dias antes da semeadura tendem a propiciar boa qualidade de semeadura, pois os discos de corte mostram boa eficiência sobre o corte da palhada. Entretanto, quando há excesso de MS, podem ocorrer o estiolamento das plantas da lavoura (devido ao som-

breamento provocado pela palha), a perda da eficiência da dessecação e possíveis problemas de fitotoxidez de resíduos de herbicidas, dependendo da molécula usada.

Os principais herbicidas utilizados para a dessecação das plantas de cobertura em pré-semeadura direta são o glifosato (Tabela 4) e o 2,4-D. Porém, quando se faz uso de 2,4-D, deve-se respeitar um intervalo de 20 dias para a semeadura da lavoura a fim de evitar fitotoxidez. Esse período pode ser maior nos solos arenosos e com baixo teor de matéria orgânica.

Para espécies como a *U. brizantha*, *Megathyrsus maximum* cultivar Mombaça e *Megathyrsus maximum* cultivar Tanzânia, com plantas mais velhas e touceiras vigorosas, a dessecação deve ser realizada com maiores doses de glifosato (Tabela 4) e com pelo menos 4 semanas de antecedência da semeadura da lavoura, de forma que o herbicida sistêmico se desloque dentro da planta e atue, com eficácia, nas plantas de cobertura. Uma alternativa para melhorar a dessecação das braquiárias e das espécies do gênero *Megathyrsus*, além do guandu e das crotalárias, é a trituração das plantas entre 20 cm a 30 cm do solo cerca de 30 dias após a retomada das chuvas. Com isso, as novas estruturas vegetativas apresentarão maior potencial de absorção e deslocamento do glifosato. Essa operação, embora onerosa, pode dispensar o uso de equipamentos que antecedem a semeadura direta da lavoura, como o rolo-faca e o triturador mecânico.

A presença de grande quantidade de palha pode comprometer a semeadura direta da lavoura, pois as sementes não ficam devidamente recobertas pelo solo (Figura 12). O ideal é que, no momento da semeadura, a palha esteja totalmente seca e quebradiça, além de acamada, para proporcionar máximo contato com o solo. Isso facilita a atuação dos discos de corte da semeadora e evita o embuchamento, principalmente quando o equipamento dispõe de haste “botinha” para a distribuição de adubo e para o revolvimento do solo na linha de semeadura. Dependendo da espécie de planta de cobertura, do volume e da quantidade de MS, devem-se usar os equipamentos rolo-faca ou triturador de restos culturais; o primeiro deita e o segundo fragmenta as plantas dessecadas. Essas operações proporcionam maior contato e cobertura do solo e possibilitam que a semeadura direta seja mais eficiente. Em sistemas de ILP, normalmente não é necessário o manejo mecânico da palhada.

**Tabela 4.** Doses do herbicida glifosato para a dessecação das plantas de cobertura.

Planta de cobertura	Dose de glifosato (g ha <sup>-1</sup> do ingrediente ativo)	
	Plantas jovens <sup>(1)</sup>	Plantas adultas <sup>(2)</sup>
<i>Urochloa ruziziensis</i>	960 - 1.200	1.440 - 1.680
<i>Urochloa brizantha</i>	1.440 - 1.680	1.920 - 2.160
Sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> )	1.200 - 1.440	1.440 - 1.680
Milheto ( <i>Pennisetum glaucum</i> )	960 - 1.200	1.440 - 1.680
<i>Megathyrsus maximum</i>	1.440 - 1.920	1.920 - 2.400
Crotalárias ( <i>Crotalaria</i> sp.)	1.440 - 1.680	1.920 - 2.160
Guandu ( <i>Cajanus cajan</i> )	1.440 - 1.680	1.920 - 2.400

<sup>(1)</sup>Plantas jovens ou rebrotadas após o pastejo animal ou a trituração mecânica da parte aérea (plantas com folhas túrgidas e novas, emitidas após o início das chuvas).

<sup>(2)</sup>Plantas adultas, com quantidade elevada de matéria seca acumulada, folhas velhas e vigorosas touceiras (braquiárias e *Megathyrsus* spp.) e plantas recém-saídas ou ainda na presença de deficit hídrico.

Fonte: Ferreira et al. (2016).



Foto: Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira

**Figura 12.** Sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) expostas devido ao excesso de palha e falha na semeadura direta.



## Considerações finais

---

O SPD é uma tecnologia que confere enormes benefícios à agricultura tropical, principalmente nas regiões de Cerrado. Comparado ao SC, ao longo do tempo de sua adoção, o SPD contribui significativamente para a preservação dos recursos naturais, propicia a conservação e manutenção da capacidade produtiva dos solos, evita a erosão e aumenta o teor de matéria orgânica dos solos.

O sucesso do SPD depende rigorosamente dos três princípios básicos: a ausência de revolvimento do solo, a rotação de culturas e a manutenção do sistema, a fim de gerar quantidades suficientes de biomassa seca, com o intuito de manter o solo coberto durante todo o ano ou pelo menos durante boa parte dele.

No caso do algodoeiro dentro do sistema de rotação, as dificuldades para o cultivo em SPD se tornam ainda maiores nas áreas de Cerrado, pois seu ciclo normalmente é superior a 170 dias. Nessa situação, a persistência da palha na superfície do solo deve ser alta, de forma que os benefícios da cobertura do solo sejam obtidos.

Por essa razão, as palhas acumuladas pelas espécies de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais, a exemplo do milho (*Zea mays*), da soja (*Glycine max*), do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e do sorgo (*Sorghum bicolor*), não são suficientes para manutenção sustentável do SPD ao longo dos anos. A cobertura morta nos ambientes tropicais sofre rápida decomposição devido às altas temperaturas, associadas ao teor de água do solo.

Diante disso, a intensificação do uso de plantas de cobertura no sistema, sobretudo das gramíneas, para viabilizar e dar sustentabilidade para o cultivo em SPD nas áreas do bioma Cerrado são de extrema importância. Assim é importante conhecer as características desejáveis para a escolha de espécies, os principais benefícios e limitações das plantas de cobertura, diante da realidade de cada propriedade, e as plantas que compõem o sistema de rotação de culturas.

Na escolha das plantas de cobertura para formar palha, devem-se considerar todas as exigências listadas neste capítulo, assim como os cuidados para sua implantação e manejo, a fim de que a palha possa atuar efetivamen-

te na proteção contra a erosão hídrica e eólica, favorecer a retenção de água no solo quando em condições de deficit hídrico, disponibilizar nutrientes às culturas por meio da mineralização da matéria orgânica das espécies de cobertura, entre os demais benefícios já citados.

Para sua inicialização, além de uma área com o perfil do solo devidamente corrigido física e quimicamente, sugere-se ao agricultor o uso de espécies de fácil manejo, a exemplo da *Urochloa ruziziensis*, do sorgo e do milho, e com o decorrer do tempo e das experiências acumuladas, utilizar a *Urochloa brizantha* e depois espécies do gênero *Megathyrsus*. A associação de leguminosas com espécies de gramíneas é outra tecnologia agrícola com elevado potencial de melhoria do sistema agropecuário intensivo.

Cada região tem suas particularidades ambientais, notadamente no que dizem respeito ao solo e clima, de modo que são importantes dados locais para a seleção de espécies para formação de palhada, que possam corroborar na sustentabilidade do sistema, assim como maiores produtividades de alimento ao homem e animais, e renda aos agricultores.

## Referências

---

ALTMANN, N. (ed.). **Plantio direto no cerrado**: 25 anos acreditando no sistema. Passo fundo: Aldeia Norte, 2010. 528 p.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil and Tillage Research**, v. 86, n. 2, p. 237-245, Apr. 2006. DOI: 10.1016/j.still.2005.02.023.

BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 755-763, out./dez. 2014. DOI: 10.1590/S0100-83582014000400010.

BRITES, F. H. R.; SILVA JUNIOR, C. A. da; TORRES, F. E. Germinação de semente comum, escarificada e revestida de diferentes espécies forrageiras tropicais. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, p. 629-634, jul./ago. 2011.

CALEGARI, A.; HECKLER, J. C.; SANTOS, H. P.; PITOL, C.; FERNANDES, F. M.; HERNANI, L. C.; GAUDÊNCIO, C. A. Culturas, sucessões e rotações. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Org.). **Sistema plantio direto**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. p. 59-80. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).



CARVALHO, A. M. de; SOUZA, L. L. P. de; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; ALVES, P. C. A. C.; VIVALDI, L. J. Cover plants with potential use for crop-livestock integrated systems in the Cerrado region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1200-1205, Oct. 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000012.

CERRI, C. E. P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W. E.; MELILLO, J. M.; CERRI, C. C. Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigations options. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 1, p. 83-99, Jan./Feb. 2007. DOI: 10.1590/S0103-90162007000100013.

CONCENÇO, G.; SILVA, A. F. da. Manejo de plantas daninhas no consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. (ed.). **Consórcio milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 71-90.

CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J.C.; BORGHI, E. Atributos físicos e físico-hídricos do solo com o cultivo de milho solteiro ou consorciado com braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCS, 2007. 1 CD-ROM.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Sistemas de produção e eficiência agrônômica de fertilizantes. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (ed.). **Boas práticas para o uso de fertilizantes: contexto mundial e práticas de suporte**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2010. v. 1, p. 229-275.

CUBILLA, M.; REINERT, D. J.; AITA, C.; REICHERT, J. M. Plantas de cobertura do solo: uma alternativa para aliviar a compactação em sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v. 71, p. 29-32, 2002.

DENTI, E. A.; REIS, E. M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência das podridões da base do colmo e no rendimento grãos do milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 635-639, set. 2001. DOI: 10.1590/S0100-41582001000300009.

DERRÉ, L. O.; CUSTÓDIO, C. C.; AGOSTINI, E. A. T. de; GUERRA, W. E. X. Obtenção das curvas de embebição de sementes revestidas e não revestidas de *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*. **Colloquium Agrariae**, v. 9, n. 2, p. 103-111, jul./dez. 2013. DOI: 10.5747/ca.2013.v09.n2.a094.

DUDA, G. P.; GUERRA, J. G. M.; MONTEIRO, M. T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M. G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 1, p. 139-147, Jan./Feb. 2003. DOI: 10.1590/S0103-90162003000100021.

FERREIRA, A. C. de B.; CARVALHO, M. C. S. Manejo de solos aptos à cotonicultura no cerrado. FREIRE, E. C. (ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: ABRAPA: Gráfica e Editora Positiva 2015. p. 65-89.

FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M. Espécies vegetais para cobertura do solo: influência sobre plantas daninhas e a produtividade do algodoeiro em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v. 57, n. 6, p. 778-786, nov./dez. 2010. DOI: 10.1590/S0034-737X2010000600013.

FERREIRA, A. C. de B.; BOGIANI, J. C.; SOFIATTI, V.; LAMAS, F. M. **Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016. 15 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 377).

FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D. C.; LAMAS, F. M.; ASMUS, G. L.; MIRANDA, J. E.; BOGIANI, J. C.; SUASSUNA, N. D. **Plantas que minimizam problemas do sistema de produção do algodoeiro no Cerrado**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012. 4 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 371).

FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. da C. S.; BARBOSA, K. de A.; TEOBALDO, A. da S. Avaliação de coberturas vegetais semeadas na primavera e suas influências sobre o algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **O algodão como oportunidade de negócios: resumos**. [Brasília, DF]: ABRAPA; [Patos de Minas]: AMIPA; [Campina Grande]: Embrapa Algodão, 2007. p. 1-5.

FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. da C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 546-553, jun. 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000600003.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Adubos verdes das famílias Fabacea e e Mimosaceae para o controle de fitonematoides. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 1, p. 441-479.

MASCHIETTO, R. W.; NOVENBRE, A. D. da L. C.; SILVA, W. R. da. Métodos de colheita e qualidade das sementes de capim colômbia cultivar Mombaça. **Bragantia**, v. 62, n. 2, p. 291-296, 2003. DOI: 10.1590/S0006-87052003000200015.

PERINA, F. J.; COUTINHO, W. M.; SUASSUNA, N. D.; CHITARRA, L. G.; BOGIANI, J. C.; LAMAS, F. M.; CARNEIRO, R. M. D. G. **Manejo de fitonematoides na cultura do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016. 9 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 376).

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 85-91, jul./set. 2011. DOI: 10.1590/S0100-54052011000300001.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. Milheto uma alternativa para a cobertura do solo e alimentação animal. **Revista Plantio Direto**, v. 45, p. 41-43, 1998.

SANTOS, F. C.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, É. V. de R.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R. Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 69-78, set. 2010. DOI: 10.1590/S0101-31222010000300008.

SCOPEL, E.; TRIOMPHE, B.; AFFHOLDER, F.; SILVA, F. A. M. da; CORBEELS, M.; XAVIER, J. H. V.; LAHMAR, R.; RECOUS, S.; BERNOUX, M.; BLANCHART, E.; CARVALHO, M. I.; TOURDONNET, S. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 33, n. 1, p. 113-130, Jan. 2013. DOI: 10.1007/s13593-012-0106-9.

SILVA, M. T. B. Influência da rotação de culturas na infestação e danos causados por *Sternuchus subsignatus* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae) em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 26, n. 1, p. 1-5, jan./abr. 1996. DOI: 10.1590/S0103-84781996000100001.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M. da; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p. 1462-1470, out. 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012001000008.