

Capítulo 5

Diversificação de espécies vegetais em sistemas de produção

Henrique Debiasi, Julio Cezar Franchini, Alvadi Antonio Balbinot Junior e Osmar Conte

Conceitos e estratégias para diversificação

A diversificação de culturas em sistemas de produção de soja é determinada por meio do planejamento e da adoção de um modelo de produção, que compreende os arranjos temporal e espacial das espécies vegetais e/ou animais que compõem os sistemas agrícolas (Denardin; Kochhann, 2006). Em um modelo de produção, as estratégias para diversificação de espécies vegetais envolvem o uso da rotação, sucessão e/ou consorciação de culturas. O cultivo de espécies vegetais de ciclo curto entre a colheita e a semeadura das culturas principais é outra opção para aumentar a diversificação de um determinado modelo de produção.

A rotação de culturas é definida como sendo a alternância ordenada de diferentes culturas, em determinado espaço de tempo (ciclo), na mesma área e na mesma estação do ano. Já a sucessão de culturas consiste no ordenamento de duas culturas na mesma área agrícola por tempo indeterminado, cada uma cultivada em uma estação do ano. Exemplos

de sistemas de rotação e sucessão de culturas são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Exemplo de arranjo espacial e temporal de espécies vegetais em um sistema de rotação de culturas com ciclo de quatro anos.

Talhão	Ano/estação							
	1		2		3		4 ⁽³⁾	
	Inv ⁽¹⁾	Ver ⁽²⁾	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver
A	Aveia branca	Milho	Trigo	Soja	Milho 2ª safra	Soja	Trigo	Soja
B	Trigo	Soja	Aveia branca	Milho	Trigo	Soja	Milho 2ª safra	Soja
C	Milho 2ª safra	Soja	Trigo	Soja	Aveia branca	Milho	Trigo	Soja
D	Trigo	Soja	Milho 2ª safra	Soja	Trigo	Soja	Aveia branca	Milho

⁽¹⁾ Inv: período de outono-inverno; ⁽²⁾ Ver: período de primavera-verão; ⁽³⁾ Como se trata de um sistema de rotação com quatro anos, a partir do 5º ano um novo ciclo se inicia, com a repetição da primeira cultura prevista para o talhão (ano 1).

Tabela 2. Exemplo de arranjo espacial e temporal de espécies vegetais em um sistema de sucessão de culturas.

Talhões	Ano/estação							
	1		2		3		4 ⁽³⁾	
	Inv ⁽¹⁾	Ver ⁽²⁾	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver
A, B, C e D	Milho 2ª safra	Soja	Milho 2ª safra	Soja	Milho 2ª safra	Soja	Milho 2ª safra	Soja

⁽¹⁾ Inv: período de outono-inverno; ⁽²⁾ Ver: período de primavera-verão; ⁽³⁾ Como se trata de um sistema de sucessão, o milho no outono-inverno e a soja no verão são repetidos ao longo do tempo em todos os talhões da propriedade.

Na Tabela 1 é apresentado um modelo de rotação de culturas com ciclos de quatro anos. Nesse sistema, em todos os anos, 75% da área será cultivada com soja e 25% com milho no verão e, no inverno, 50% da área será cultivada com trigo, 25% com milho 2ª safra, e 25% com aveia-branca para grãos e/ou pastejo. Já no exemplo referente ao sistema de

sucessão, 100% da área destinada ao cultivo de grãos na propriedade (talhões A, B, C e D) é cultivada com milho 2ª safra no outono-inverno e soja no verão, em todos os anos (Tabela 2). Assim, modelos de produção envolvendo a rotação de culturas são mais complexos e envolvem um maior grau de diversificação de espécies vegetais em comparação à sucessão de culturas.

O grau de diversificação biológica do modelo de produção pode ser aumentado por meio da consorciação entre espécies vegetais, tanto na rotação (Tabela 1) quanto na sucessão (Tabela 2) de culturas. A consorciação de culturas envolve o cultivo de duas ou mais espécies vegetais em uma mesma área agrícola e em um mesmo período de tempo. Nesse contexto, nos exemplos de modelos de produção em rotação ou sucessão de culturas mostrados nas Tabelas 1 e 2, o milho de 2ª safra pode ser consorciado com forrageiras tropicais, como a braquiária-ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*), objetivando aumentar a cobertura do solo e a adição de fitomassa, ou ainda, no caso de sistemas de integração lavoura-pecuária, para produção de forragem de alta qualidade no período de entressafra.

Outra opção para diversificar os modelos de produção envolvendo a soja é a utilização de espécies vegetais de rápido desenvolvimento vegetativo no período entre a colheita e a semeadura das culturas principais. Por exemplo, no sistema de rotação (Tabela 1), entre a colheita do milho verão e a semeadura do trigo, o produtor poderia utilizar alguma espécie vegetal de ciclo curto, como o nabo-forrageiro, promovendo maior cobertura, descompactação do solo e ciclagem de nutrientes para o trigo a ser cultivado em sequência. Com esse mesmo objetivo, a área poderia ser cultivada com milheto após a colheita do milho 2ª safra e antes da semeadura da soja no sistema de sucessão de culturas, dependendo das condições climáticas da região.

Benefícios da diversificação de culturas

A diversificação de culturas é essencial para a sustentabilidade da produção de soja. No caso do sistema plantio direto (SPD), predominante nas áreas de produção de soja em todo o Brasil, a diversificação de

culturas compõe, juntamente com a cobertura permanente e o mínimo revolvimento do solo, os fundamentos básicos para utilização com sucesso desse sistema de manejo do solo. A monocultura ou mesmo o uso contínuo da sucessão trigo–soja ou milho de 2ª safra–soja acarreta o surgimento de alterações de ordem química, física e biológica no solo, que podem comprometer a estabilidade e a sustentabilidade do sistema produtivo, principalmente no médio-longo prazos. Dentre as alterações decorrentes do uso de modelos de produção pouco diversificados, pode-se destacar: diminuição do teor de matéria orgânica do solo (MOS); degradação da estrutura do solo; intensificação dos processos erosivos; redução da atividade e da diversidade biológica; aumento da incidência e da severidade de pragas e doenças; e aumento da infestação de plantas daninhas. O conjunto dessas alterações se reflete na instabilidade da produtividade da soja e no aumento dos custos de produção em resposta à ocorrência de estresses bióticos e abióticos.

Os principais benefícios proporcionados pela diversificação de culturas em sistemas de produção de soja englobam: aumento da produtividade e da estabilidade da produção de todas as culturas envolvidas no sistema; redução dos custos de produção, tanto os fixos quanto os variáveis; diminuição dos riscos climáticos e de mercado; e preservação ambiental, por meio da melhoria da qualidade do solo, da água e do ar. Esses benefícios ocorrem porque o aumento da diversidade biológica no sistema produtivo contribui para aperfeiçoar processos e melhorar características relacionadas ao solo, ao controle de pragas, doenças e plantas daninhas, bem como à gestão do empreendimento agrícola.

Preservação e melhoria da qualidade do solo

O modelo de produção determina a frequência, a quantidade e a qualidade do material orgânico aportado ao solo (Denardin; Kochhann, 2006). Portanto, quando planejada adequadamente, a diversificação de culturas aumenta o teor de MOS e proporciona maiores diversidade e quantidade de raízes, o que evita a formação de camadas compactadas no SPD e melhora a estrutura do solo ao longo do tempo. Entre as melhorias observadas na estrutura do solo, encontram-se a maior estabilidade de

agregados, a maior infiltração de água e condutividade hidráulica, e a formação de um ambiente físico mais favorável ao crescimento radicular em profundidade, o que é fundamental para o aumento da estabilidade produtiva da soja. Experimentos de longa duração conduzidos na Embrapa Soja indicam a inexistência de camadas compactadas limitantes ao crescimento radicular da soja em áreas sob SPD com mais de 30 anos de adoção, quando modelos de produção diversificados são utilizados (Debiasi et al., 2013). Da mesma forma, a diversificação de culturas é a base para a produção de cobertura do solo (viva ou morta), essencial para a redução dos processos erosivos e das perdas de água por evaporação, bem como para diminuir os picos de temperatura do solo que podem prejudicar a fixação biológica de nitrogênio, o crescimento e o funcionamento das raízes da soja.

A melhoria da fertilidade química do solo pela diversificação de culturas constitui-se em um dos aspectos mais importantes na racionalização do uso de fertilizantes, podendo, no longo prazo, diminuir os custos de produção sem redução dos teores de nutrientes no solo. A alternância de espécies vegetais com diferentes exigências nutricionais, eficiências de uso de nutrientes e características de sistema radicular, promove a reciclagem de nutrientes. Com isso, nutrientes que não são absorvidos pela soja, seja por sua localização em camadas de solo abaixo da explorada pelo sistema radicular, seja pela baixa eficiência de absorção, podem ser aproveitados por outras espécies vegetais e, a partir da decomposição da palhada dessas espécies, tornarem-se disponíveis. Os maiores teores de MOS em modelos de produção diversificados resultam na complexação de elementos tóxicos, como o Al, e em maior disponibilidade de nutrientes pelo aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), pela mineralização e pela redução da adsorção de nutrientes, particularmente o P. Além disso, a diversificação de culturas conduz ao aumento da diversidade biológica do solo, o que é importante para a manutenção de funções relacionadas à biota do solo, como a ciclagem de nutrientes, a agregação do solo e o controle de patógenos.

Controle de pragas, doenças e plantas daninhas

A inserção de espécies vegetais em sistemas de produção que não sejam hospedeiras de fitopatógenos e insetos-praga da soja é uma das principais práticas para o manejo integrado desses estresses bióticos. A rotação com culturas não hospedeiras reduz a quantidade de inóculo e, conseqüentemente, a ocorrência de doenças da soja causadas por patógenos capazes de sobreviver nos restos culturais, como a mancha-alvo e a podridão da raiz (*Corynespora cassiicola*), a mancha-parda (*Septoria glycines*) e o crestamento de Cercospora (*Cercospora kikuchi*), entre outras. A diversificação por meio da rotação e/ou sucessão com culturas não hospedeiras reduz a população e os danos ocasionados à soja pelos nematoides de cisto (*Heterodera glycines*), de galhas (*Meloidogyne* spp.), o reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) e o das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*). As espécies vegetais indicadas para rotação ou sucessão com a soja visando o controle dos principais nematoides de importância para a cultura encontram-se no capítulo 10 "Manejo de doenças". Entre essas espécies, destacam-se as pertencentes ao gênero *Crotalaria*, como *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* (Dias et al., 2010).

Doenças ocasionadas por agentes biotróficos (que necessitam de hospedeiros vivos para sobreviver), como o oídio (*Erysiphe diffusa*) e a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) não são afetadas pela rotação de culturas. A rotação de culturas é menos eficiente no controle de doenças causadas por fitopatógenos de solo que apresentem estruturas de resistência (escleródios, clamidosporos e oósporos) em comparação aqueles que não possuem essas estruturas, pois o tempo necessário sem culturas hospedeiras para redução expressiva desses patógenos é grande (Santos; Reis, 2001). Nesse grupo, encontram-se doenças como o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), a podridão vermelha da raiz (*Fusarium* spp.), a mela (*Rhizoctonia solani*) e a podridão radicular de Phytophthora (*Phytophthora sojae*). Adicionalmente, a eficiência da rotação de culturas como ferramenta de redução da população de fitopatógenos que apresentem uma ampla gama de hospedeiros (polípagos), como *Macrophomina phaseolina* (causador da podridão de carvão), tende a ser pequena (Almeida et al., 2014).

Além de reduzir a população de pragas ou fitopatógenos, a diversificação de culturas melhora a qualidade física, química e biológica do solo, contribuindo de modo indireto para a diminuição dos danos causados à soja. A melhoria na qualidade do solo proporciona a formação de ambiente supressor à sobrevivência, à disseminação, à infecção, à colonização e à reprodução de pragas e fitopatógenos, resultando em redução dos prejuízos econômicos ocasionados à soja. Nesse contexto, a redução da compactação e a melhoria da estrutura do solo, proporcionadas pela diversificação de culturas, diminuem os danos associados à podridão vermelha da raiz (*Fusarium* spp.) (Dianese et al., 2010), à podridão de carvão (*Macrophomina phaseolina*) (Almeida et al., 2010) e à podridão radicular de Phytophthora (*Phytophthora sojae*) (Costamilan et al., 2010). Da mesma forma, a cobertura do solo com palhada produzida por culturas em rotação ou sucessão à soja contribui para o controle do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Görgen et al., 2010) e da mela (*Rhizoctonia solani*) (Henning et al., 2014). A redução da severidade do mofo-branco pela cobertura do solo com palha está associada principalmente à formação de uma barreira física que impede a passagem de luz, essencial para a germinação carpogênica dos escleródios. Já no caso da mela, a cobertura do solo com palha dificulta que as estruturas desse patógeno atinjam as plantas, via respingos. A diversificação de culturas, ao melhorar o ambiente para a biota do solo, pode favorecer também a colonização de estruturas de resistência de fungos (escleródios, clamidosporos e oosporos) por organismos de solo, diminuindo a viabilidade das mesmas e, conseqüentemente, os danos associados a doenças como o mofo-branco (Görgen et al., 2010) e a podridão de carvão (Almeida et al., 2014).

A diversificação de culturas possibilita a variação de princípios ativos de herbicidas, contribuindo assim para a redução do risco de seleção de plantas daninhas tolerantes e/ou resistentes. Adicionalmente, a cobertura do solo proporcionada por modelos de produção diversificados auxilia no controle de diversas espécies daninhas, em função da barreira física que dificulta a penetração de luz e a emergência das plantas e, em alguns casos, em decorrência da liberação de aleloquímicos (Concenço; Grigolli, 2014).

Benefícios da diversificação de culturas na gestão do empreendimento agrícola

Em modelos de produção pouco diversificados, como a sucessão soja–milho 2ª safra, ocorre alta concentração de atividades em períodos curtos durante o ano. Com isso, aumenta o risco da perda da época mais adequada para a realização das operações (semeadura, colheita, aplicação de agrotóxicos, entre outras), com prejuízos na eficiência do uso de insumos e na produtividade da soja. Além disso, a necessidade de rapidez pelo pouco tempo disponível pode comprometer a qualidade das operações agrícolas, não só pelo aumento da velocidade de execução, mas também pela realização no momento em que os teores de água do solo são inadequados. Por outro lado, a diversificação de culturas, quando bem planejada, permite distribuição adequada das operações agrícolas ao longo do ano, o que pode melhorar a qualidade e reduzir os riscos de execução fora do período mais indicado.

Outros benefícios provenientes do uso de modelos de produção diversificados compreendem: a diversificação da renda gerada pela atividade agrícola, reduzindo os riscos climáticos e de mercado; o melhor aproveitamento de insumos, de máquinas e da mão de obra disponível, reduzindo os custos fixos; e a possibilidade de escalonamento de épocas de semeadura e o uso de cultivares com diferentes durações de ciclo, reduzindo os riscos de perdas de produtividade por estresses bióticos e abióticos.

Planejamento de modelos de produção diversificados

Critérios para escolha e distribuição espacial e temporal das espécies vegetais

A escolha das espécies vegetais para compor modelos de produção diversificados deve levar em consideração, em primeiro lugar, o zoneamento agroclimático e a aptidão agrícola dos diferentes talhões, definida pelas condições locais de clima, solo e topografia. Da mesma forma, sob o ponto de vista econômico, a tomada de decisão a respeito da substituição de uma cultura por outra em parte da área da propriedade deve considerar não somente a comparação direta da rentabilidade de

cada uma, mas também o potencial de aumento da produtividade e de redução dos custos no médio-longo prazo em ambas as culturas, proporcionados pela maior diversificação de espécies vegetais.

Além desses fatores, a combinação espaço-temporal de espécies vegetais dentro de um talhão deve atender ao maior número possível dos seguintes princípios:

- Produção de fitomassa da parte aérea e de raízes em quantidade e qualidade, visando ao aumento do teor de MOS e à formação de cobertura morta com persistência o suficiente para ser eficiente na redução dos processos erosivos, das oscilações de temperatura, das perdas de água por evaporação e dos danos de determinadas doenças, como mofo branco e a mela.
- Reduzir o tempo em que a área permanece sem culturas vivas, contemplando a inclusão, em alguma fase, de culturas caracterizadas por alta produção de fitomassa e sistema radicular profundo e vigoroso, visando melhorar a qualidade do solo. Além de atender à necessidade de cobertura permanente do solo, a diminuição do tempo sem culturas vivas é essencial para evitar a compactação do solo.
- Alternância de espécies vegetais com diferentes exigências nutricionais e capacidades de aproveitamento de nutrientes (leguminosas e gramíneas, por exemplo), visando ao aumento da eficiência de uso dos fertilizantes.
- Evitar espécies que sejam hospedeiras de pragas e fitopatógenos de importância econômica para as culturas principais.
- Permitir a diversificação de princípios ativos e mecanismos de ação de herbicidas, inseticidas e fungicidas, para evitar a seleção de espécies/biótipos tolerantes ou resistentes. Ressalta-se que o efeito residual dos herbicidas utilizados em determinada espécie vegetal deve ser inferior ao intervalo entre a aplicação e a semeadura da próxima cultura, caso essa apresente sensibilidade ao herbicida.
- Evitar o cultivo para produção de sementes de espécies vegetais com potencial de se tornarem invasoras de difícil controle para a(s) cultura(s) principal(is) implantadas em sequência.
- Sempre que possível, alternar espécies vegetais pertencentes a diferentes famílias botânicas, principalmente considerando a sucessão dentro de um mesmo ano agrícola. A observação desse critério contribui para atender alguns dos princípios descritos anteriormente (c, d, e, f).
- Todas as espécies componentes do sistema devem gerar renda direta pela produção de grãos, sementes e/ou forragem, e/ou indireta por meio de

efeitos positivos sobre as culturas subsequentes. A maior parte das espécies vegetais com grande potencial de adição de fitomassa da parte aérea e de raízes (em sua grande maioria, gramíneas) não resulta em produtos comercializáveis na forma de grãos, ou os mesmos são de baixo valor e/ou mercado restrito. No entanto, além da geração de renda indireta pelos efeitos benéficos no sistema de produção, a maioria dessas espécies pode ser utilizada para a produção de forragem de qualidade em sistemas de integração lavoura-pecuária, com geração de renda pela produção de carne e leite. Por outro lado, o nitrogênio fixado biologicamente por espécies leguminosas e disponibilizado, via mineralização, ao milho cultivado em sequência, deve ser considerado como produto, cujo valor corresponde à redução dos custos de produção da gramínea.

- O modelo diversificado de produção deve permitir flexibilidade na mudança das espécies vegetais envolvidas, de modo a atender às particularidades regionais e as perspectivas de comercialização dos produtos.
- O ciclo das espécies vegetais e/ou cultivares, assim como a época de semeadura, deve ser definido de modo a possibilitar a implantação da cultura subsequente em época adequada ao seu desenvolvimento e produtividade.

Implantação e condução dos modelos de produção diversificados

A implantação de um modelo de produção diversificado deve ser gradativa para não causar transtornos operacionais ou econômicos ao produtor, tendo em vista que a diversificação de culturas aumenta o grau de complexidade das tarefas a serem executadas. Uma vez definidas as espécies vegetais e o seu arranjo no espaço e no tempo, a área cultivada da fazenda deve ser dividida em tantas partes quantos forem os anos de duração do ciclo do modelo de produção. Assim, para um modelo de produção com ciclo de quatro anos, como o exemplo da Tabela 1, a área cultivada deve ser dividida em quatro partes. Dependendo do tamanho da propriedade, cada parte pode ser composta por um ou mais talhões.

Opções de espécies vegetais para diversificação de sistemas de produção de soja

Opções para a safra de verão

O milho tem sido a principal opção para rotação com a soja no verão, especialmente em regiões com temperaturas médias noturnas mais

baixas e adequada disponibilidade de água e de radiação solar, condições essas que aumentam o potencial de produtividade dessa gramínea. Resultados de pesquisa indicam aumento da produtividade da soja e do milho em sistemas de rotação cuja porcentagem da área ocupada pela gramínea varie de 25% a 50% (Gaudêncio et al., 1986; Franchini et al., 2011). Outras opções para rotação com a soja no verão envolvem o arroz, o sorgo, o algodão, o girassol e espécies forrageiras para uso em sistemas de integração lavoura-pecuária, como as pertencentes aos gêneros *Urochloa* e *Panicum*. No verão, a rotação da soja com espécies de crotalárias com baixo fator de reprodução para nematoides, como *Crotalaria spectabilis* ou *Crotalaria ochroleuca*, é indicada para redução da população de nematoides, especialmente em áreas infestadas com *Pratylenchus brachyurus*. Culturas como o milho ou o sorgo, cultivadas em rotação com a soja no verão, podem ser consorciadas com forrageiras tropicais (*Urochloa* spp. e *Panicum* spp., por exemplo), visando à produção de palhada e/ou à formação de pastagem anual ou perene em sistemas de integração lavoura-pecuária.

Opções para a entressafra de verão

Para aumentar a sustentabilidade do sistema de produção de soja, a alternância de espécies vegetais na entressafra tem se mostrado tão importante quanto a rotação durante a safra de verão. As opções para diversificação de culturas na entressafra de verão variam amplamente em função das condições edafoclimáticas da região.

Região subtropical

Para as regiões com inverno mais frio, a principal cultura utilizada em sucessão à soja é o trigo. Resultados de pesquisa mostram que a rotação com outras espécies vegetais de inverno, como a aveia-preta ou a aveia-branca, aumenta a produtividade da soja e do trigo implantados na sequência (Santos; Reis, 2001; Franchini et al., 2011). Além das aveias, gramíneas como a cevada, o centeio e o triticale podem compor sistemas de rotação com o trigo no inverno, aumentando a diversidade biológica do modelo de produção e beneficiando a cultura da soja implantada em sequência. No entanto, deve-se levar em consideração que estas espécies apresentam suscetibilidade em comum a alguns fitopatógenos,

como *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Bipolaris sorokiniana* e *Gibberella zeae*. Assim, o planejamento deve ser feito de forma a evitar a repetição destas culturas em anos seguidos, para que haja tempo suficiente para decomposição da fitomassa destes cereais de inverno. A canola, o nabo-forrageiro e leguminosas como a ervilhaca-comum, a ervilhaca-peluda, a ervilha-forrageira, o tremoço branco e o tremoço azul também podem ser utilizados em rotação com o trigo, em cultivo solteiro ou consorciado. Preferencialmente, essas espécies devem entrar no modelo de produção como culturas antecessoras ao milho de verão, com benefícios em termos de ciclagem e fornecimento de N. Entretanto, a produção de sementes de espécies como ervilhaca, nabo-forrageiro ou tremoço, assim como de grãos de canola, não é indicada em áreas com histórico de ocorrência de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*).

No caso de culturas de cobertura, os benefícios das mesmas para o sistema de produção, principalmente no que se refere ao aumento da diversidade biológica, são potencializados com a utilização de consórcios entre duas ou mais espécies vegetais, com características distintas (ciclo, velocidade de crescimento inicial, profundidade e volume radicular, porte, tolerância ao sombreamento, exigências nutricionais, entre outras). Essa diferenciação é essencial para garantir que todas as espécies que compõe os consórcios tenham um crescimento satisfatório, explorando nichos diferentes e minimizando a competição entre elas. Alguns exemplos de consórcios e respectivas quantidades de sementes puras viáveis por hectare (entre parêntesis) que podem ser utilizados: aveia-preta (40) + nabo-forrageiro (12); aveia-preta (40) + ervilhaca-comum (30); aveia-preta (40) + ervilha-forrageira (30); aveia-preta (35) + centeio (20) + nabo-forrageiro (7); aveia-preta (35) + ervilhaca-comum (20) + nabo-forrageiro (7); aveia-preta (35) + ervilha-forrageira (25) + nabo-forrageiro (7); aveia-preta (25) + centeio (15) + ervilhaca-comum (15) + nabo-forrageiro (5); aveia-preta (25) + centeio (15) + ervilha forrageira (20) + nabo-forrageiro (5). Ressalta-se que as indicações de espécies vegetais e quantidades de sementes para os consórcios variam grandemente com as condições de solo e microclimáticas da propriedade rural, de forma que ajustes locais devem ser realizados.

As aveias, em cultivo solteiro ou preferencialmente consorciadas com o azevém, são alternativas para produção de forragem em sistemas de integração lavoura-pecuária, intensificando o sistema de produção e diversificando a geração de renda do produtor. Consórcios com três ou quatro espécies (aveia + azevém, adicionado-se centeio e/ou uma leguminosa como a ervilhaca) também são indicados para sistemas de integração lavoura-pecuária, combinando assim maior período de pastejo com melhor valor nutricional. As quantidades de sementes indicadas como ponto de partida para estes consórcios, que devem ser ajustadas conforme as condições edafoclimáticas da região e os objetivos do produtor, são as seguintes (valores entre parêntesis, em kg/ha de sementes puras viáveis: aveia-preta (45) + azevém (20); aveia-preta (40) + ervilhaca-comum (25) + azevém (15); e aveia-preta (35) + centeio (30) + azevém (20).

O intervalo (“janela”) entre a colheita das culturas de verão e a implantação da cultura de inverno pode ter duração superior a 100 dias, dependendo da região, da espécie vegetal (milho ou soja) e da época de semeadura. Nesse período, é indicada a utilização de espécies de ciclo curto e/ou rápido crescimento inicial para produção de forragem ou cobertura de solo, como o milheto, o nabo-forrageiro, a aveia-preta, a crotalária-juncea, o capim-sudão e o trigo-mourisco, em cultivo solteiro ou consorciado. Espécies de ciclo curto para produção de grãos, como o feijão-comum e o trigo-mourisco, também podem ser eventualmente utilizadas nesse intervalo. No caso do feijão-comum, deve-se evitar o seu cultivo em sucessão à soja, em virtude do provável aumento na quantidade de inóculo de alguns fitopatógenos que atacam a raiz e o caule de ambas as espécies.

Um exemplo de modelo de produção diversificado para a região subtropical, com ciclo de quatro anos, é apresentado na Figura 1. Nesse sistema, dependendo da condição edafoclimática, o nabo-forrageiro pode ser substituído por feijão-comum ou por alguma espécie forrageira anual. Da mesma forma, a sequência milho solteiro–nabo-forrageiro pode ser substituída pelo consórcio milho + braquiária-ruziziensis, sendo essa espécie utilizada para pastejo, após a colheita do milho. No outono-in-

verno do 2º e/ou 3º anos, a aveia-branca e/ou o trigo pode(m) ser substituído(s) por pastagem de aveia-preta + azevém. Da mesma forma, é possível substituir o trigo no 3º ano por cevada. Antecedendo ao milho, deve-se dar preferência a espécies leguminosas e/ou de outras famílias com grande capacidade de ciclagem de N, em cultivo solteiro ou consorciado com gramíneas, como a aveia-preta. Assim, além do consórcio aveia-preta + nabo-forageiro, podem ser utilizados, entre outras opções, o nabo-forageiro solteiro, aveia-preta + ervilhaca ou algum outro consórcio envolvendo gramíneas, leguminosas e/ou nabo-forageiro, a exemplo dos citados anteriormente. Dependendo da perspectiva de mercado e dos objetivos do produtor, a sucessão soja/aveia-branca pode ser substituída por soja/aveia-preta + nabo (ou outra cobertura envolvendo espécies leguminosas em cultivo solteiro ou consorciado) seguida de milho verão. Nesse caso, a proporção de milho verão passaria de 25% para 50% da área.

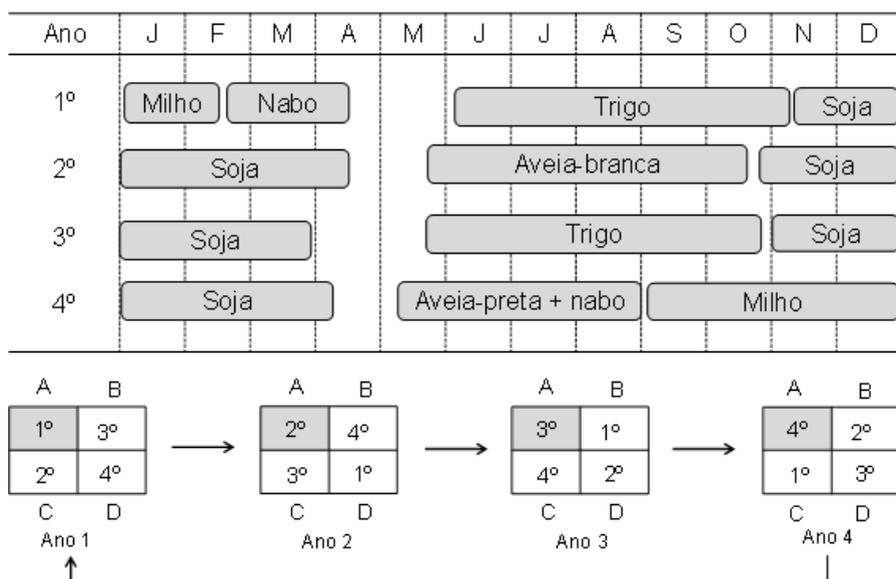


Figura 1. Distribuição temporal e espacial das espécies vegetais em um exemplo de modelo de produção com ciclo de quatro anos, para a região subtropical do Brasil. Os quadrados abaixo do cronograma representam a distribuição dos diferentes anos do modelo de produção nos quatro talhões (A, B, C e D) que compõe a área cultivada do empreendimento agrícola.

Região de transição climática

Nas regiões de transição entre o clima subtropical e o tropical (norte e oeste do Paraná, sudoeste de São Paulo e sul do Mato Grosso do Sul), o milho 2ª safra tem sido a cultura predominantemente utilizada em sucessão à soja. Embora seja uma opção interessante para gerar e diversificar a renda da propriedade, o uso contínuo e exclusivo da sucessão soja–milho 2ª safra tem conduzido a vários problemas, tais como: baixa cobertura do solo, com aumento das perdas de água por evaporação, intensificação dos processos erosivos e aumento da ocorrência de determinadas espécies de plantas daninhas, como a buva (*Conyza* spp.) e o capim-amargoso (*Digitaria insularis*); período de cerca de dois a três meses sem culturas vivas na área entre a colheita do milho e a semeadura da soja, o que não é adequado sob o ponto de vista de manejo de plantas daninhas e preservação/melhoria da qualidade do solo; formação de camadas compactadas de solo; e aumento da população e danos de nematoides, particularmente *Pratylenchus brachyurus*.

A utilização de modelos de produção em que a proporção de milho solteiro na 2ª safra é limitada a 50% da área aumenta tanto a produtividade da soja cultivada em sucessão quanto a produtividade do milho na 2ª safra (Franchini et al., 2011). É importante considerar ainda que a diversificação, no outono-inverno, da sucessão milho 2ª safra/soja, pode reduzir os custos de produção, principalmente os relacionados ao controle de plantas daninhas na “janela” entre a colheita do milho e a semeadura da soja.

Entre as opções para rotação com o milho 2ª safra na região de transição climática, destacam-se o trigo, as aveias, o triticale, o centeio, o nabo-forrageiro, a canola, o girassol, o sorgo-granífero ou forrageiro e algumas espécies de forrageiras tropicais, como as pertencentes aos gêneros *Urochloa* e *Panicum*. As aveias, assim como as forrageiras tropicais cultivadas na entressafra de verão, podem ser utilizadas para pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária, aumentando e diversificando a renda do produtor. Espécies leguminosas como o tremoço-branco e a ervilha-forrageira, em cultivo solteiro ou consorciado com aveia, também são opções de rotação com o milho 2ª safra, porém devem ser uti-

lizadas preferencialmente antecedendo espécies gramíneas na safra de verão, como o milho. Outra opção, indicada principalmente para áreas com altas populações de nematoides, é o cultivo de *C. spectabilis* ou *C. ochroleuca*, solteiras ou consorciadas com genótipos de milheto com baixo fator de reprodução para esses parasitas.

Visando potencializar os benefícios das culturas de cobertura para os sistemas de produção, aumentando a diversidade biológica, uma alternativa interessante é a utilização de consórcios de duas ou mais espécies, com características agrônômicas diferentes (ciclo, velocidade de crescimento inicial, profundidade e volume radicular, porte, tolerância ao sombreamento, exigências nutricionais, entre outras). No caso da opção por consórcios envolvendo culturas de cobertura de inverno, as alternativas são similares às mencionadas no item "Região subtropical". Ressalta-se, entretanto, que espécies como as ervilhacas e o azevém não são indicadas nas áreas mais quentes da região de transição climática. Outras opções de consórcios para a região de transição climática, envolvendo espécies vegetais de clima tropical, são as seguintes (entre parêntesis, a quantidade sugerida de kg/ha de sementes puras viáveis para cada espécie): braquiária-ruzizensis (2) + crotalária-ochroleuca (10); braquiária-ruziziensis (3,5) + nabo-forrageiro (12); braquiária-ruziziensis (3,5) + trigo-mourisco (25); milheto (4) + crotalária-ochroleuca (10); milheto (4) + crotalária-spectabilis (20); milheto (8) + nabo-forrageiro (12); milheto (5) + braquiária-ruziziensis (2) + crotalária-ochroleuca (10); milheto (4) + nabo-forrageiro (6) + crotalária-ochroleuca (10); milheto (4) + nabo-forrageiro (6) + crotalária-spectabilis (20); milheto (6) + nabo-forrageiro (10) + trigo-mourisco (20); braquiária-ruziziensis (3) + nabo-forrageiro (10) + trigo-mourisco (20); e milheto (4) + braquiária-ruziziensis (2) + crotalária-ochroleuca (10) + trigo-mourisco (15) ou nabo-forrageiro (5). A exemplo do comentado no item anterior, as indicações de espécies vegetais e, principalmente, das quantidades de sementes para os consórcios variam grandemente com as condições edafoclimáticas da região, de forma que ajustes locais são necessários.

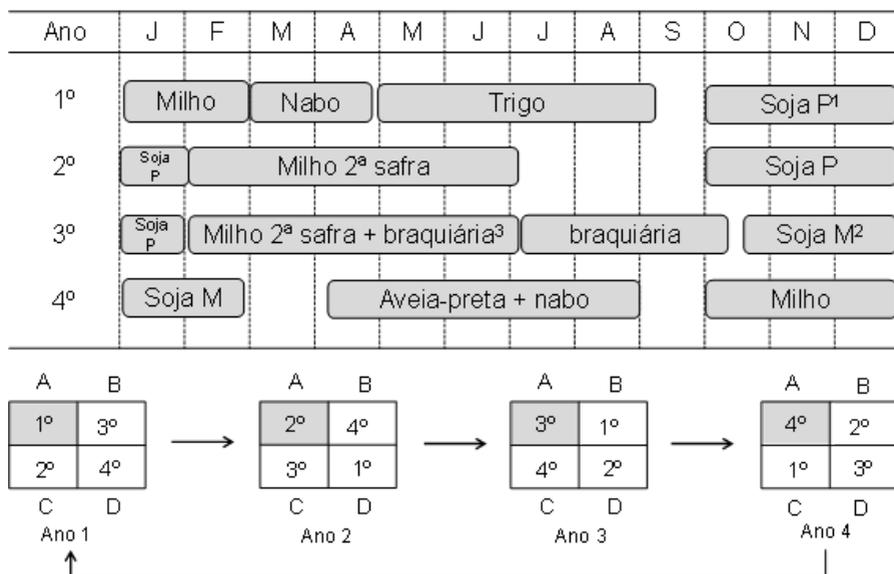
O consórcio do milho 2ª safra com espécies forrageiras tropicais, sobretudo a braquiária-ruziziensis, tem se constituído em uma das principais

alternativas para diversificar os modelos de produção envolvendo a soja na região de transição climática. Em regiões mais frias, outra possibilidade de consórcio envolve a sobressemeadura da aveia-preta após a adubação nitrogenada de cobertura no milho. Além dos consórcios, o cultivo de espécies vegetais com desenvolvimento vegetativo rápido entre a colheita do milho 2ª safra ou do trigo e a semeadura da soja, como o milheto, as aveias ou o nabo forrageiro, é outra possibilidade para formação de cobertura do solo e aumento da quantidade de raízes no sistema, em regiões onde há disponibilidade de água e temperaturas adequadas para espécies tropicais, por exemplo (média mínima noturna de 15° C, sem geadas).

Em algumas regiões e em alguns anos, uma alternativa adotada por alguns produtores para a diversificar e intensificar o sistema soja/milho 2ª safra envolve o cultivo de trigo ou aveia-branca para produção de grãos (3ª safra) após o milho 2ª safra. Até o presente momento, tem-se poucas informações técnicas e científicas a respeito da viabilidade técnica e econômica do cultivo de cereais de inverno como 3ª safra, bem como seus impactos na qualidade física, química e biológica do solo, tornando necessário o desenvolvimento de mais pesquisas.

Na Figura 2, é mostrado um exemplo de modelo de produção diversificado para a região de transição climática, cuja duração do ciclo de rotação é de quatro anos. De maneira similar ao exemplo para a região subtropical (Figura 1), o nabo-forrageiro pode ser substituído por feijão-comum, dependendo da região e da época de semeadura do milho. No 3º ano, o consórcio milho + braquiária pode ser substituído pela sobressemeadura de aveia-preta (preferencialmente, cultivares de ciclo mais longo) após a adubação de cobertura do milho, especialmente em regiões com inverno mais frio e melhor distribuição de chuvas. Outra opção é o cultivo de milheto, aveia-preta, aveia-branca ou nabo-forrageiro para cobertura do solo entre a colheita do milho e a semeadura da soja. Antecedendo o milho, deve-se dar preferência a espécies leguminosas e/ou de outras famílias com grande capacidade de ciclagem de N, em cultivo solteiro ou consorciado com gramíneas. Assim, além do consórcio aveia-preta + nabo-forrageiro, podem ser utilizadas, entre outras opções, o na-

bo-forrageiro solteiro, o tremço-branco, a ervilha-forrageira, a canola e consórcios envolvendo leguminosas, mencionados no item “Região subtropical”. O trigo ou a aveia-branca para grãos também podem ser utilizados antes do milho de verão, porém a necessidade de adubação nitrogenada será maior (ausência de fixação biológica e imobilização de nitrogênio pela palhada do trigo). Observa-se ainda que, o modelo de produção diversificado da Figura 2 permite utilizar cultivares de soja com diferentes ciclos, mais precoce antes do milho 2ª safra e mais longo antes do consórcio de plantas de cobertura (aveia-preta + nabo forrageiro). Tal arranjo reduz os riscos de perdas de produtividade por estresses bióticos e abióticos.



⁽¹⁾Soja P = soja de cultivares com ciclo mais precoce, que permitam a semeadura do milho na 2ª safra em época favorável.; ⁽²⁾Soja M = soja de cultivares com ciclo mais longo, permitindo redução de riscos de quebras de produtividade por estresses abióticos e bióticos.; ⁽³⁾Braquiária-ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*).

Figura 2. Distribuição temporal e espacial das espécies vegetais em um exemplo de modelo de produção com ciclo de quatro anos, para a região de transição climática. Os quadros abaixo do cronograma representam a distribuição dos diferentes anos do modelo de produção nos quatro talhões (A, B, C e D) que compõe a área cultivada do empreendimento agrícola.

Região tropical

Para a região tropical, a duração do período das chuvas, associada às condições de temperatura, determinam as opções para cultivo na entressafra de verão. O girassol, o sorgo (granífero ou forrageiro), o milheto, ocapim-sudão, o capim-coraçana (*Eleusine coracana*) e as forrageiras tropicais (*Urochloa* spp. e *Panicum* spp.) são exemplos de espécies vegetais que podem ser utilizadas em rotação com o milho de 2ª safra. O nabo-forrageiro também pode ser utilizado, especialmente em consórcio com outras espécies, como o milheto. O consórcio do milho ou do sorgo com forrageiras tropicais, especialmente braquiária-ruziziensis, constitui-se em uma das melhores opções para diversificar os modelos de produção na entressafra de verão, aumentando a cobertura e melhorando a qualidade do solo. O sorgo-forrageiro, o milheto, o capim-sudão, o capim-coraçana e as forrageiras tropicais perenes podem ser utilizados como pastagens anuais ou perenes em sistemas de integração lavoura-pecuária. Em áreas com histórico de ocorrência de nematoides, espécies de crotalárias com baixo fator de reprodução para esses parasitas, como *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*, podem ser utilizadas na 2ª safra em rotação com o milho, em cultivo solteiro ou consorciado com genótipos de milheto resistentes. Entretanto, o cultivo das crotalárias na 2ª safra é menos eficiente que o de verão na redução da população e dos danos dos nematoides. Assim, em áreas com altas populações e que apresentam condições edafoclimáticas favoráveis ao aumentos dos danos de nematoides, a rotação da soja com espécies de crotalárias no verão pode ser necessária para viabilizar economicamente a oleaginosa. Em regiões com melhor distribuição de chuvas ao longo do ano, como algumas áreas do centro-sul, oeste e médio-norte do Mato Grosso, o algodão pode ser utilizado em rotação com o milho na 2ª safra. Nesse caso, a cultura de verão antecedendo o algodão pode ser a soja (cultivares superprecoces, com ciclo ao redor de 100 dias), o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) ou espécies para cobertura do solo, como milheto e as crotalárias, em cultivo solteiro ou consorciado.

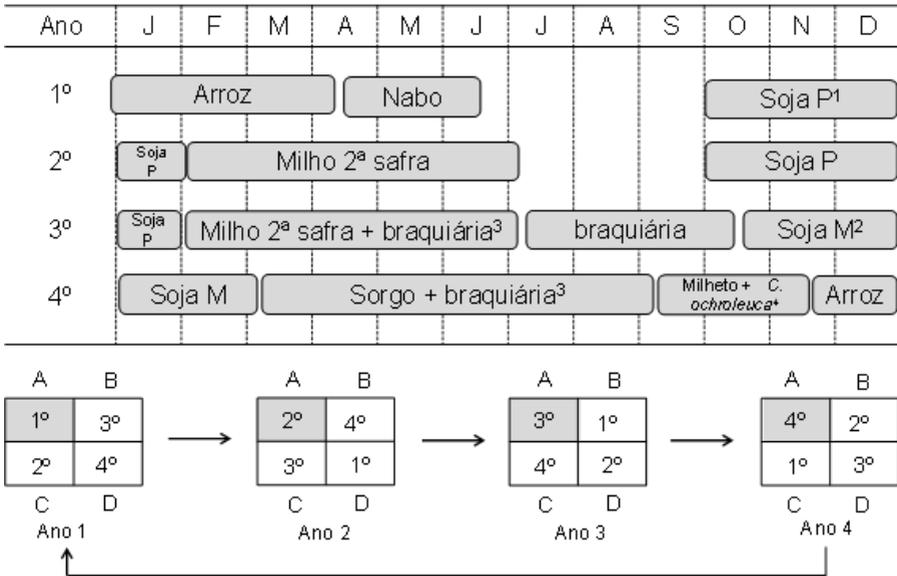
Também para a região tropical, os benefícios das culturas de cobertura são maiores quando se utiliza consórcios com duas ou mais espécies com características diferentes e complementares. As sugestões de con-

sórcios envolvendo espécies tropicais para a região de transição climática, também são válidas para a região tropical. Entretanto, é importante frisar que as espécies vegetais componentes dos consórcios, assim como as quantidades de sementes, devem ser ajustadas em função das condições de solo e microclimáticas específicas do talhão, da estrutura de máquinas e equipamentos e dos objetivos do produtor.

Em regiões onde a duração do período chuvoso é menor (por exemplo, Tocantins, oeste da Bahia, sul do Maranhão e sudoeste do Piauí), a produção de cobertura do solo na entressafra pode ser viabilizada principalmente pelo estabelecimento de forrageiras tropicais perenes antes da colheita da cultura do verão (soja, milho ou sorgo), como as pertencentes ao gênero *Urochloa* (braquiárias). Isso pode ser obtido pelo consórcio de milho ou sorgo com braquiária no verão. Outra possibilidade é o cultivo integrado de soja com braquiária, por meio da sobressemeadura da braquiária quando a soja está no final do enchimento de grãos, ou pela semeadura do capim nas entrelinhas da soja quando essa se encontra com três a quatro trifólios. Espécies como o capim-coraçana e o milheto também podem ser utilizadas em sobressemeadura visando à produção de palhada para o SPD.

Um exemplo de modelo de produção diversificado para a região tropical é apresentado na Figura 3. Esse esquema é viável em regiões onde a duração do período chuvoso se estende, pelo menos, do início de outubro ao fim de abril. Em áreas de maior altitude e com adequada disponibilidade de radiação solar, o arroz pode ser substituído pelo milho no verão. Outra alternativa é a substituição da sequência arroz/nabo pelo algodão safra, em regiões propícias a essa cultura. No 2º ano, o milho de 2ª safra pode ser substituído por algodão safrinha em regiões onde essa cultura é viável. Nesse caso, deve-se utilizar cultivares superprecoces de soja na safra de verão anterior, semeadas no início do período chuvoso. No intervalo entre o manejo da braquiária-*ruziensis* consorciada com o sorgo e a semeadura do arroz, pode-se adicionar o nabo-forrageiro ao consórcio milheto + *C. ochroleuca*, aumentando a diversidade de espécies e favorecendo a melhoria da estrutura do solo pelo efeito do sistema radicular do nabo. Outra opção para essa “janela” é o uso de *C. ochroleuca*

solteira. O consórcio sorgo + braquiária pode ser substituído por girassol. É importante ressaltar que o modelo de produção diversificado da Figura 3 permite utilizar cultivares de soja com diferentes ciclos, mais precoce antes do milho 2ª safra e mais longo antes do consórcio sorgo + braquiária. Tal arranjo reduz os riscos de perdas de produtividade por estresses bióticos e abióticos.

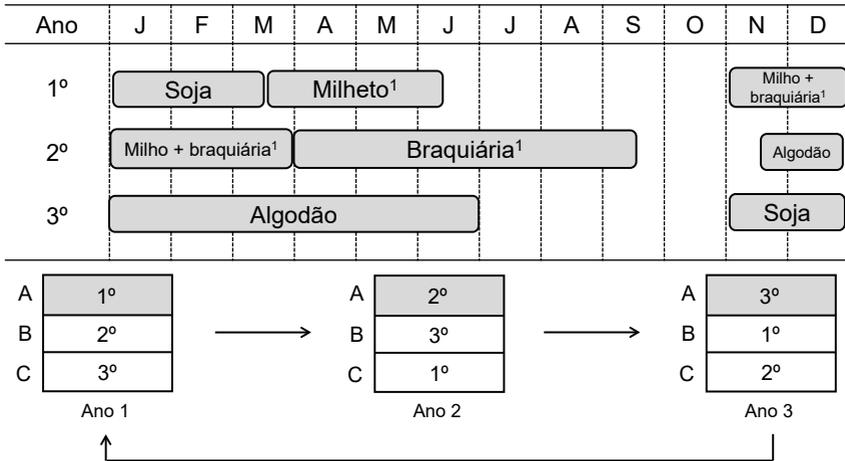


⁽¹⁾Soja P = soja de cultivares com ciclo mais precoce, que permitam a semeadura do milho na 2ª safra em época favorável.; ⁽²⁾Soja M = soja de cultivares com ciclo mais longo, permitindo redução de riscos de quebras de produtividade por estresses abióticos e bióticos; ⁽³⁾Braquiária-ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*); ⁽⁴⁾ *C. ochroleuca* = *Crotalaria ochroleuca*.

Figura 3. Distribuição temporal e espacial das espécies vegetais em um exemplo de modelo de produção com ciclo de quatro anos, para a região tropical (estação chuvosa com aproximadamente sete meses). Os quadrados abaixo do cronograma representam a distribuição dos diferentes anos do modelo de produção nos quatro talhões (A, B, C e D) que compõe a área cultivada do empreendimento agrícola.

Outro exemplo de modelo de produção diversificado, que pode ser utilizado em regiões de clima tropical, onde o cultivo de espécies vegetais na entressafra de verão é limitado em razão da menor duração do período de chuvas, é mostrado na Figura 4. Nesse modelo, a braquiária-ruziziensis implantada via consórcio com o milho. Outras

espécies de braquiária, como *Urochloa brizantha*, podem ser utilizadas em substituição à braquiária-ruzizensis, especialmente se o objetivo for a utilização para pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. No 2º ano, a soja é seguida por cobertura de milho implantado em sobresemeadura, o qual pode ser substituído por outras gramíneas como o capim-coracana e o capim-sudão. Dependendo da região, do tipo de solo e da época de colheita da soja, é possível utilizar espécies de crotalaria (*C. spectabilis* ou *C. ochroleuca*) em sucessão à oleaginosa, particularmente em áreas com histórico de danos por nematoides. O algodão pode ser substituído por soja no verão seguida de espécies de braquiária ou cultivares de *Panicum maximum*, implantadas em sobresemeadura no final do período de enchimento de grãos da soja.



⁽¹⁾ Explicação...(Pedir para o autor alterar no original. Não consigo editar a imagem)

Figura 4. Distribuição temporal e espacial das espécies vegetais em um exemplo de modelo de produção com ciclo de três anos, para a região tropical (estação chuvosa com aproximadamente seis meses). Os quadrados abaixo do cronograma representam a distribuição dos diferentes anos do modelo de produção nos três talhões (A, B e C) que compõe a área cultivada do empreendimento agrícola.

Indicações para o consórcio do milho com braquiária

Conforme descrito nos itens anteriores, o consórcio do milho com espécies de braquiária, especialmente a ruzizensis (*U. ruzizensis*), é uma

das principais alternativas para diversificar os sistemas de produção envolvendo a soja. De acordo com Ceccon et al. (2013), o milho deve ser semeado seguindo as mesmas indicações para o cultivo solteiro na sua respectiva estação de cultivo. Conforme os mesmos autores, as principais opções para o estabelecimento da braquiária em consórcio com milho são:

- **Implantação com linha intercalar:** essa modalidade foi desenvolvida para espaçamento de 75 cm a 90 cm entre as linhas de milho, exclusivamente para produção de palha para cobertura do solo. O consórcio é implantado com a mesma semeadora empregada para a soja, ajustando-a para semeadura de uma linha de milho e outra de braquiária, de modo alternado. Na linha do milho, utiliza-se um disco para semear milho, e na linha de braquiária, um disco para semear sorgo. A quantidade de sementes de braquiária deve ser de aproximadamente 200 pontos de valor cultural (VC) por hectare, o que corresponde a aproximadamente 15 plantas m⁻². A profundidade de semeadura da braquiária deve ser de 2-3 cm. A adubação deve ser realizada apenas na linha do milho, visando reduzir a competição da braquiária com o milho.
- **Implantação com linhas duplas de milho intercaladas com uma de braquiária:** trata-se de uma alternativa para estabelecimento do consórcio quando a semeadura do milho é realizada em espaçamento reduzido (45-50 cm entre linhas). Nessa modalidade, alternam-se linhas de milho espaçadas por 45-50cm com linhas espaçadas por 90-100 cm. A linha de braquiária é alocada no centro na entre linha do milho com maior espaçamento (90-100 cm). Assim, o espaçamento médio entre as linhas de milho será de 67,5 cm ou 75 cm para semeadoras reguladas com 45 cm e 50 cm entre linhas, respectivamente. Os demais procedimentos são os mesmos descritos para a modalidade de uma linha intercalar.
- **Implantação da braquiária na mesma linha do milho:** indicada quando a semeadura do milho é realizada em espaçamento reduzido (45-50 cm), sendo o objetivo do consórcio tanto a produção de palha quanto a produção de forragem. Nessa modalidade, existem duas possibilidades. A primeira refere-se à utilização de uma caixa adicional exclusiva para sementes de braquiária, com dosador do tipo rotor acanalado fino. A saída das sementes de braquiária é posicionada juntamente com as sementes de milho, podendo ser na mesma profundidade, visando garantir o estabelecimento das duas espécies. A outra possibilidade envolve a mistura das sementes da braquiária ao adubo

utilizado na semeadura. Nesse caso, o adubo não pode ser distribuído em profundidades maiores que 5 cm, e o intervalo entre a mistura das sementes ao fertilizante e a semeadura não deve ultrapassar seis horas, para evitar perda de poder germinativo das sementes em função do efeito salino do fertilizante.

- **Implantação com distribuição das sementes de braquiária na superfície do solo:** pode ser utilizada para cultivo de milho em espaçamento normal ou reduzido, sendo indicada tanto para produção de palha quanto para produção de forragem. Nessa modalidade, uma das opções é a distribuição das sementes de braquiária a lanço antes da semeadura do milho. Outra possibilidade é distribuir as sementes da braquiária ao lado do disco de corte da semeadora, no momento da semeadura do milho, com a utilização de caixa adicional com dosador do tipo rotor acanalado adaptado à distribuição de sementes de forrageiras. Em ambas as opções, as sementes da braquiária são parcialmente incorporadas pela mobilização de solo produzida pelos mecanismos sulcadores da semeadora. Porém, como a maior parte das sementes da braquiária não são incorporadas ao solo, pode ocorrer falhas na emergência ou baixo crescimento inicial da forrageira, caso não chova logo após a semeadura.
- **Implantação com duas operações de semeadura:** trata-se de um método de implantação do consórcio mais apropriado para formação de pastagem em sistemas de integração lavoura-pecuária. Nessa modalidade, a implantação do consórcio é realizada por meio de uma operação de semeadura para cada espécie, as quais devem ser realizadas no menor intervalo de tempo possível, a fim de diminuir a possibilidade de ocorrência de chuva entre as duas operações de semeadura, e garantir a implantação das duas espécies. A semeadura da forrageira é realizada com semeadora de fluxo contínuo, equipada com dosadores de semente do tipo rotor acanalado, adaptado às sementes pequenas das forrageiras. O milho é semeado normalmente com a mesma semeadora utilizada para a soja. Ambas as operações de semeadura são realizadas no mesmo sentido, devendo-se ter o cuidado para não sobrepor as linhas da cultura. Esse método é outra opção que viabiliza o consórcio quando o milho é semeado em espaçamento reduzido (45-50 cm).
- **Semeadura defasada:** neste caso, a implantação da braquiária é realizada com defasagem de até 14 dias em relação à semeadura do milho. Constitui-se em alternativa para minimizar a competição da braquiária com o milho, podendo ser utilizada quando o cereal é semeado em espaçamento reduzido (45-50 cm). A semeadura da braquiária pode ser feita em a lanço em área

total, o que implica em necessidade de uso de uma maior densidade de semeadura e de chuva logo após a implantação. Outra opção é a semeadura da braquiária em linhas no centro das entrelinhas do milho, com incorporação da semente, por meio de equipamentos já disponíveis no mercado.

Para o controle químico de plantas daninhas na cultura do milho consorciado com forrageiras tropicais, o herbicida que apresenta seletividade para ambas as espécies é a atrazina. Esse herbicida pode ser aplicado em doses de até 1500 g i.a/ha (Ceccon et al., 2010) quando o milho estiver com quatro a seis folhas e a forrageira no início do perfilhamento.

Referências

- ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N. de; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; COSTA, J. M. da; GAUDÊNCIO, C. de A. **Macrophomina phaseolina em soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 55 p. (Embrapa Soja. Documentos, 346).
- CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. **Consórcio milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 27-46.
- CECCON, G.; MATOSO, A. O.; NETO, A. L.; PALOMBO, L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, v. 28, p. 359-364, 2010.
- CONCENÇO, G.; GRIGOLLI, J. F. J. Plantas daninhas em sistemas de produção de soja. In: LOURENÇÃO, L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. de C.; ROSCOE, R. (Ed.). **Tecnologia e produção soja 2013/2014**. Curitiba: Midiograf, 2014. p. 98-107.
- COSTAMILAN, L. M.; SOARES, R. M.; BERTAGNOLLI, P. F. Podridão radicular de fitóftora (*Phytophthora sojae*). In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. (Ed.). **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Embrapa Soja: Londrina, 2010. p. 73-104.
- DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Sistemas de preparo do solo: trinta anos de pesquisas na Embrapa Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 72 p. (Embrapa Soja. Documentos, 342).

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Desafios à caracterização de solo fértil em manejo e conservação do solo e da água. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., 2006, Passo Fundo. **Fertilidade em solo...** (re)emergindo sistêmica: resumos e palestras. Passo Fundo: Embrapa Trigo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2006. 8 p. 1 CD-ROM.

DIANESE, A. C.; FARIAS NETO, A. L.; OLIVEIRA, P. R. P. M.; ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. Podridão vermelha da raiz (*Fusarium* spp.). In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. (Ed.). **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Embrapa Soja: Londrina, 2010. p. 29-47.

DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. de S. Nematoides. In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. (Ed.). **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 173-206.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M. da; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 50 p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

GAUDÊNCIO, C. de A.; YORINORI, J. T.; GARCIA, A.; QUEIROZ, E. F. de. **Rotação de culturas com a soja no norte do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 1986. 10 p. (Embrapa Soja. Pesquisa em Andamento, 10).

GÖRGEN, C. A.; HIKISHIMA, M.; SILVEIRA NETO, A. N.; CARNEIRO, L. C.; LOBO JUNIOR, M. Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. (Ed.). **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Embrapa Soja: Londrina, 2010. p. 73-104.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 76 p. (Embrapa Soja. Documentos, 256).

SANTOS, H. P.; REIS, E. M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 212 p.