

Capítulo 16

A Cultura do Milho na Integração Lavoura-Pecuária

Ramon Costa Alvarenga
Tarcísio Cobucci
João Kluthcouski
Flávio Jesus Wruck
José Carlos Cruz
Miguel Marques Gontijo Neto

16.1 Introdução

A cultura do milho (*Zea mays*) se destaca no contexto da integração lavoura-pecuária (ILP), Figura 16.1, devido às inúmeras aplicações que esse cereal tem dentro da propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal, na forma de grãos ou de forragem verde ou conservada (rolão, silagem), na alimentação humana ou na geração de receita, mediante a comercialização da produção excedente.



Figura 16.1. O milho no sistema de integração lavoura-pecuária.

Outro ponto importante são as vantagens comparativas do milho em relação a outros cereais ou fibras, no que diz respeito ao seu consórcio com capim. Uma das vantagens é a competitividade no consórcio, visto que o porte alto das plantas de milho exerce, depois de estabelecidas, grande pressão de supressão sobre as demais espécies que crescem no mesmo local. A altura de inserção da espiga permite que a colheita seja realizada sem maiores problemas, pois a regulagem mais alta da plata-

forma diminui os riscos de embuchamento. Somando-se isso à disponibilidade de herbicidas gramínicos pós-emergentes, seletivos ao milho, é possível obter resultados excelentes com o consórcio milho + forrageira, como, por exemplo, no sistema Santa Fé. A cultura do milho possibilita, ainda, trabalhar com diferentes espaçamentos. Atualmente, a tendência é reduzir o espaçamento entre as fileiras do milho. Isso vai melhorar a utilização de luz, água e nutrientes e aumentar a capacidade de competição das plantas de milho. No consórcio com forrageiras, a redução de espaçamento tem, ainda, a vantagem de formar um pasto mais bem estabelecido (fechado), quando as sementes da forrageira são depositadas somente na linha de plantio do milho. A decisão pelo espaçamento do consórcio a ser estabelecido deve levar em conta a disponibilidade das máquinas, tanto para o plantio quanto para a colheita.

16.2 Vantagens da integração lavoura-pecuária

A integração lavoura-pecuária é a diversificação, rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas. Possibilita, como uma das principais vantagens, que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano ou, pelo menos, na maior parte dele, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de fibras, de lã, de carne, de leite e de agroenergia a custos mais baixos, devido ao sinergismo que se cria entre a lavoura e a pastagem. Sistemas de integração lavoura-pecuária (SILP) compostos por tecnologias sustentáveis e competitivas foram e ainda estão sendo desenvolvidos ou ajustados às diferentes condições edafoclimáticas do país, o que tem possibilitado a sustentabilidade do empreendimento agrícola, com redução de custos, distribui-

ção de renda e redução do êxodo rural, em decorrência da maior oferta de empregos no campo.

Os principais benefícios da ILP são: a) para o produtor, há aumento da produtividade e do lucro da atividade, com maior estabilidade de renda, devido à produção diversificada. Com a rotação de cultura há, ainda, redução dos custos e da vulnerabilidade aos efeitos do clima e do mercado; b) para a pecuária, há melhoria da fertilidade do solo, permitindo ganhos em produtividade e maior oferta de pasto, forragem e grãos para alimentação animal na estação seca. A adubação de manutenção da nova pastagem deve-se manter um novo patamar de produtividade. c) para a lavoura, a pastagem favorece a melhoria da qualidade física e biológica do solo, a redução de pragas e doenças, aumenta a matéria orgânica do solo e ajuda no controle da erosão, devido à cobertura e proteção que proporciona. A lavoura cultivada na seqüência é beneficiada com a melhoria da qualidade do solo. d) para a sociedade, existe a vantagem de melhor aproveitamento das áreas já exploradas, especialmente de pastagens degradadas, evitando a incorporação de novas áreas de cerrado ou de floresta, preservando esses ambientes.

Durante as etapas de conversão da propriedade, ou parte dela, para o SILP, o proprietário deverá ir se qualificando, pois o gerenciamento torna-se mais complexo. A maior dificuldade para a adoção do SILP, por parte do pecuarista, é seu parque de máquinas, geralmente limitado. Por sua vez, o agricultor demandará investimentos consideráveis em cercas e animais. Em razão disso, acordos de parcerias e arrendamentos de terra têm sido uma saída para aqueles que não dispõem de capital para fazer esses investimentos ou não estão dispostos a utilizar as linhas convencionais ou especiais de crédito para SILP que estão sendo implementadas.

16.3 Milho consorciado com forrageiras

Na prática, depara-se com as mais variadas situações em que o produtor tenta reduzir os custos de recuperação ou reforma de seus pastos fazendo plantio de milho + forrageira. Aliás, essa prática é bastante antiga. Por outro lado, é raro aquele que faz implantação de pastagens em áreas agrícolas. Existem, para essas duas situações, propostas para inserir as propriedades em SILP de tal forma que elas passem a ser mais sustentáveis e competitivas. As tecnologias disponíveis são o Sistema Barreirão, o Sistema Santa Fé e suas variações. Qualquer um desses sistemas é perfeitamente ajustável a qualquer tamanho de propriedade, desde as pequenas, com alguns hectares e que usam a mão-de-obra familiar, até aquelas empresariais, com alto nível tecnológico.

16.3.1 Sistema Barreirão

Esse sistema (Figura 16.2) foi desenvolvido na década de 80, pela Embrapa Arroz e Feijão. Com ele, foi possível recuperar ou reformar imensas áreas com pastagens degradadas, especialmente no Brasil Central. Ainda hoje, ele é usado com essa finalidade, servindo como preparação para implantação da ILP no Sistema Santa Fé.

Para que o sistema seja implantado, deve ser precedido de uma série de cuidados referentes ao diagnóstico da gleba, à escolha da cultivar de milho e da forrageira, dentre outros. Primeiramente, fazer a avaliação do perfil do solo, para verificar se há presença de camada compactada ou adensada e conhecer a espessura do horizonte superficial, dentre outras ações. Nessa etapa, podem ser decididas quais as profundidades de amostragem para caracterização física e química do solo. Com base nos resultados das análises, fazer a correção da acidez do solo, seguindo a orien-

tação de um técnico. É importante que a aplicação do corretivo seja feita pelo menos 60 dias antes do plantio e que ainda haja umidade suficiente no solo, para que o calcário reaja.



Figura 16.2. Sistema Barreirão.

O milho é uma espécie exigente em fertilidade do solo, exigindo pH, Ca, Mg, saturação por alumínio e saturação por bases mínimas em torno de 6,0, 2,2, 0,8, menor que 20% e 50-55%, respectivamente. Esses níveis são, também, os mínimos necessários para se implantar o Sistema Plantio Direto (SPD). Dentre esses parâmetros, a saturação por bases pode ser considerada a mais importante característica química do solo para a produção do milho (Tabela 16.1), devendo ser associada com a CTC. Além disso, a cultura do milho é mais adaptada a solos anteriormente cultivados, principalmente com soja, quando a cultura expressa

melhor seu potencial produtivo. Como cultura de primeiro ano, em solos recém-corrigidos ou após pastagem degradada, os rendimentos de grãos são menores. Assim, o agricultor pode optar pelo plantio de variedade ou híbridos duplos de menor custo.

Tabela 16.1. Produção média de grãos de milho sob diferentes níveis de saturação por bases.

<i>Saturação por bases (%)</i>	<i>Rendimento (kg ha⁻¹)</i>
40	6.490
44	7.659
51	8.501
53	7.862
56	7.653
66	8.221
Teste F	** ¹
CV (%)	7,0

¹Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey; Fonte: Adaptado de Fageria (2001).

Em algumas situações, é recomendada adubação corretiva para fósforo e potássio. Para cada tonelada de grãos, são requeridos cerca de 24 kg de N, 3 kg de P, 23 kg de K, 5 kg de Ca, 4 kg de Mg, 46 g de Zn, 8 g de Cu, 65 g de Mn, 274 g de Fe e 18 g de B. A extração de S pela planta de milho varia de 15 kg a 30 kg ha⁻¹, para produções de grãos em torno de 5 a 7 t ha⁻¹.

A principal característica do Sistema Barreirão é a aração profunda com arado de aiveca. As razões para se usar esse implemento são: fazer o condicionamento físico e químico do solo, rompendo camadas compactadas ou adensadas; inverter a camada de solo revolvida, para que haja incorporação profunda de corretivos, incorporar em profundidade o banco de sementes de plantas daninhas, para que essas não germinem ou tenham a emer-

gência retardada, competindo menos com o milho; incorporar o sistema radicular de capins, acelerando a sua mineralização, para minimizar a concorrência com o milho pelo nitrogênio etc.

Na seqüência, são tomados os cuidados com a conservação do solo. Como o condicionamento químico não é imediato, ou seja, demanda tempo de reação dos corretivos e fertilizantes, é esperado melhor desempenho das lavouras de milho nos cultivos subseqüentes.

Para se obter um bom desempenho da cultura em áreas com pastagem degradada, onde predominam solos ácidos e de baixa fertilidade, fazem-se necessários a correção mínima de acidez e o suprimento de nutrientes adequados. A calagem, nesse caso, pode ser feita antes do período chuvoso que antecede a semeadura (agosto/setembro). O melhor método consiste em aplicar 60-70% do calcário, incorporá-lo superficialmente com grade aradora, arar profundamente (35-40 cm), aplicar os restantes 30-40% do corretivo, nivelar/destorroar e semear o milho e a forrageira. Nas demais opções, o calcário pode ser espalhado superficialmente, para ser incorporado apenas imediatamente antes da semeadura do consórcio.

No Sistema Barreirão, a determinação da necessidade de calagem para o milho obedece à mesma metodologia e aos critérios utilizados para os cultivos solteiros. Entretanto, deve-se considerar que, para solos com alto teor de areia e baixa matéria orgânica, o método de saturação por bases geralmente subestima a quantidade de calcário a ser aplicada. Em geral, isso ocorre com todos os métodos vigentes. Assim, é necessário considerar a cultura a ser implantada, o histórico da área e a experiência local quanto à resposta das culturas aos corretivos de acidez do solo.

Para a cultura do milho, a calagem é necessária quando o solo apresentar concentração de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ inferior a $3,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de solo, na razão aproximada de 3-4:1. Um exemplo disso é mostrado na Tabela 16.2, observando-se que, mesmo com a incorporação do corretivo pouco antes da semeadura do milho, houve efeito significativo na produtividade de grãos de milho e na produção da forrageira.

Por outro lado, a reação do corretivo no solo, no que se refere a alguns parâmetros físico-químicos, é relativamente rápida, como pode ser comprovado pelos dados apresentados na Tabela 16.3, em que todos os parâmetros avaliados foram substancialmente alterados pela calagem, em 50 dias.

Existem vários relatos de que o processo mais econômico de correção da acidez das camadas superficiais e subsuperficiais do solo é a utilização de uma parte de gesso (sulfato de cálcio) em mistura com calcário. O gesso contém aproximadamente 23% de cálcio e 19% de magnésio. Assim, se forem aplicados 500 kg ha^{-1} de gesso, por exemplo, só com esse insumo estariam sendo aplicados 115 kg ha^{-1} de Ca e 95 kg ha^{-1} de S, quantidades teoricamente suficientes para a obtenção de mais de 6 t ha^{-1} de milho.

Os sulfatos carregam alguns cátions-base através dos horizontes, corrigindo a acidez e favorecendo o crescimento radicular das plantas em camadas subsuperficiais. Na Tabela 16.4, é mostrado o resultado da aplicação de diferentes proporções de gesso e calcário no Sistema Barreirão. As doses extremas de qualquer um dos corretivos, aplicadas entre dois e três meses antes da semeadura do milho, tenderam a resultar em menores produtividades do milho e da forrageira *B. brizantha*. Melhores rendimentos, no entanto, foram obtidos para as misturas com relações calcário:gesso de 60% e 40% e 40% e 60%. A distribuição do cálcio no perfil do solo, no entanto, a partir da profundidade de 60 cm, foi crescente, à medida em que a mistura continha mais gesso.

Tabela 16.2. Efeito de métodos de incorporação de calcário sobre a produtividade de massa verde da planta, de grãos de milho e de matéria verde de *B. brizantha*, em área anteriormente sob pastagem degradada, na Fazenda Barreirão, em Piracanjuba, GO.

Calcário ¹ (t ha ⁻¹) / implemento	Milho			<i>B. brizantha</i>
	Estande (plantas m ⁻²)	Massa verde (g planta ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa verde (t ha ⁻¹)
0	6,5 a	1.767 b	1.993b	17,2 c
3 (grade aradora)	6,8 a	2.700 a	3.467 a	25,7 ab
3 (arado)	6,8 a	2.900 a	3.014 a	28,3 a
3 (grade niveladora)	6,6 a	3.073 a	3.360 a	22,0 bc
CV%	10,8	10,2	8,7	14,8
Média 0	35,33	1.767	2.743	17,2
Média 3	36,33	2.871	3.280	25,3

Nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras não são significativamente diferentes, segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

¹Quantidade de calcário aplicada um mês antes da semeadura e, entre parênteses, método de incorporação ao solo. Fonte: Oliveira et al. (1996).

Tabela 16.3. Efeito de diferentes doses de calcário em algumas características de um Latossolo Vermelho, no período de 50 dias após a aplicação.

Calcário (t ha ⁻¹)	pH/H ₂ O (1:1,25)	Ca	Mg	Al	S	CTC	V	m
		cmol _c dm ⁻³			cmol _c kg ⁻¹		-----%-----	
0	4,8	1,7	1,4	0,3	3,5	12,4	40,0	2,5
1	5,4	4,2	3,0	0,1	7,6	14,6	52,0	0,7
2	5,6	4,1	2,3	0,0	6,8	13,0	52,0	0,0
Média	5,3	3,4	2,3	0,2			48,0	

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

Tabela 16.4. Efeito da mistura de gesso com calcário no estande, na produtividade do milho, híbrido BR 201, na produção de matéria verde da forrageira *B. brizantha* e nos teores de cálcio no perfil do solo, Fazenda Barreirão, Piracanjuba, GO.

Mistura calcário: gesso	Milho		M.V. da forrageira (t ha ⁻¹)	Cálcio (cmol. dm ⁻³)		
	Estande (plantas m ⁻²)	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Profundidade (cm)		
				30	60	90
100:0 ¹	4,9 a	3.797 a	16,8	2,0	1,5	1,3
80:20	6,1 a	3.550 a	12,8	2,7	1,7	1,2
60:40	4,9 a	4.300 a	15,2	2,3	1,2	1,4
40:60	4,9 a	4.217 a	15,4	2,2	1,7	1,4
20:80	6,3 a	4.093 a	13,9	1,8	2,3	1,3
0:100 ²	6,1a	3.493 a	13,2	1,8	2,3	1,3
Testemunha	6,1a	1.490 b	14,3	1,9	1,5	1,3

Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

¹Correspondente a 3,0 t ha⁻¹.

²Correspondente a 5,76 t ha⁻¹.

Fonte: Oliveira et al. (1996).

Na recuperação de pastagens degradadas, tal qual no Sistema Barreirão, o tempo de reação do corretivo no solo é, em geral, insuficiente, não obedecendo ao período mínimo de 90 dias, em condições de solo úmido, entre a aplicação e a semeadura da cultura ou da forrageira. Considerando-se que o principal fator determinante da velocidade de reação de um corretivo é o tamanho de suas partículas, o calcário "filler", ou finamente moído, pode produzir melhor resultado que o calcário convencional. Na cultura do milho, embora o teste estatístico não tenha detectado diferenças, houve um acréscimo superior a 1,0 t ha⁻¹ de grãos com a utilização do "filler" e diferenças significativas na produção de matéria verde da forrageira *B. brizantha* (Tabela 16.5).

Tabela 16.5. Efeito comparativo da calagem tradicional com a microcalagem no estande, no número de espigas, na produtividade do milho e na produção de massa verde (MV) de *B. brizantha*, em solo sob pastagem degradada, Fazenda Barreirão, Piracanjuba, GO.

Calcário	Milho			MV da forrageira (t ha ⁻¹)
	Estande (plantas m ⁻²)	Espigas m ⁻¹	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
3 t ha ⁻¹ de calcário a lanço	5,7 a	4,9 a	2.283 a	34,4 b
3 t ha ⁻¹ de "filler" a lanço	5,8 a	5,3 a	3.348 a	44,6 ab
0,3 t ha ⁻¹ de "filler" na linha	5,6a	5,4 a	3.360 a	50,8 a
0,6 t ha ⁻¹ de "filler" a lanço	5,7 a	5,4 a	3.084 a	38,6 ab
CV (%)	11,2	12,7	8,3	15,6

Nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras não são significativamente diferentes, segundo o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Oliveira et al. (1996).

No sistema Barreirão, os procedimentos de plantio do milho são os tradicionais. No plantio simultâneo, dependendo da espécie da forrageira, as sementes desta são misturadas ou não ao adubo do milho. É importante cuidar para que a mistura seja feita no dia do plantio e regular a profundidade de deposição do adubo + sementes para maior profundidade, cuidando para que não ultrapasse o limite, a fim de que haja emergência das plântulas, o que varia com a espécie. Geralmente, sementes de braquiária podem ser depositadas até 8 cm e de panicum, até 3 cm. As sementes do milho geralmente são depositadas a 3 cm de profundidade no solo.

É desejável estabelecer uma ou duas linhas adicionais de forrageira nas entrelinhas do milho, para melhor formação da pastagem, o que vai depender do espaçamento e do equipamento de plantio disponível. Existe, hoje, uma tendência de redução do

espaçamento entre linhas na cultura do milho, principalmente com os híbridos atuais, que são de porte mais baixo e arquitetura mais ereta. Várias pesquisas relatam aumento no rendimento de grãos de milho com redução do espaçamento entre fileiras até 0,5m. Esse comportamento se deve ao fato de os milhos atuais terem características de porte mais baixo, melhor arquitetura foliar e menor massa vegetal, o que permite cultivos mais adensados em espaçamentos mais fechados. Quanto à qualidade da silagem, pesquisa mostrou maior rendimento de proteína bruta na matéria seca da forragem no espaçamento de 0,5m, comparando com espaçamentos maiores. Esse plantio em menores espaçamentos, além de possibilitar melhor e mais rápida cobertura do solo, evita a formação de touceiras muito grandes de capim, o que poderá afetar negativamente a qualidade do próximo plantio. Outra possibilidade é o plantio defasado da forrageira em 15 a 30 dias depois da emergência do milho: planta-se o milho solteiro e, quando ele já estiver estabelecido, faz-se o semeio da forrageira.

Outros resultados serão discutidos no Sistema Santa Fé.

Em muitos casos, agropecuaristas têm adotado essa tecnologia somente para recuperar ou reformar pastagens. Um programa de adubação de manutenção e de pastejo controlado tem permitido a utilização da nova pastagem por período indeterminado, com alta produtividade. Caso essa programação não seja executada, a nova pastagem se degradará em alguns anos, sendo necessário recuperá-la novamente, conforme já salientado. É regra em ILP que a pastagem não se degrade. Se isso estiver acontecendo, mostra deficiência no planejamento da ILP adotada e que medidas corretivas são necessárias.

Recomendações importantes na implantação do sistema Barreirão: a) devido à cultura do milho não ser plenamente adaptada a cultivos de abertura de área ou sob área com pastagem degradada, o potencial de rendimento, no primeiro ano, dificilmente ultrapassa 5 t ha^{-1} ; b) para a obtenção de altas produtividades de milho, acima de 6 t ha^{-1} , é recomendável a aplicação dos corretivos de acidez do solo pelo menos um ciclo de chuvas antes da semeadura; c) em áreas recém-desbravadas ou sob pastagem degradada, onde o potencial de produção do milho é menor, a opção por variedade ou híbridos duplos resulta em economia na aquisição de sementes.

16.3.2 Sistema Santa Fé

O Sistema Santa Fé (Figura 16.3) fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho, sorgo, milheto com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, tanto no Sistema de Plantio Direto quanto no sistema convencional, em áreas de lavoura com solo parcial ou devidamente corrigido. Nesse sistema, a cultura do milho apresenta grande performance de desenvolvimento inicial, exercendo, com isso, alta competição sobre as forrageiras e evitando redução significativa nas suas capacidades produtivas de grãos. Os principais objetivos do Sistema Santa Fé são a produção de forrageira para a entressafra e palhada em quantidade e qualidade para o Sistema de Plantio Direto. O Sistema Santa Fé apresenta grande vantagem, pois não altera o cronograma de atividades do produtor e não exige equipamentos especiais para sua implantação. Através dele, é possível aumentar o rendimento da cultura de milho e das pastagens e, com isso, baixar os custos de produção, tornando a propriedade agrícola mais competitiva e sustentável. Além disso, esse sistema está viabilizando o plantio direto

em várias regiões, devido à geração de palhada em quantidade adequada. Somam-se a isso alguns benefícios agregados à palhada de braquiária, no que diz respeito ao seu efeito supressor de plantas daninhas e de fungos de solo.



Figura 16.3. Sistema Santa Fé.

16.4 Fisiologia das espécies em consórcio

As espécies forrageiras comumente utilizadas são de metabolismo C4 e de elevadas taxas de crescimento em altas irradiâncias. Por isso, a redução do crescimento das forrageiras deve ser considerada, para que o consórcio tenha êxito, com produtividades de grãos equivalentes ao sistema solteiro. Estratégias como retardar a emergência da forrageira, uso de doses reduzidas de herbicidas e populações adequadas das espécies em consórcio são fundamentais para que as áreas foliares das culturas se sobreponham às das forrageiras ao longo do ciclo. Pesquisas com o Sistema Barreirão mostram que, dispondo as sementes das

fornageiras aproximadamente a 10 cm de profundidade, retardar-se em até 13 dias a sua emergência, conseguindo-se uma ampla vantagem do índice de área foliar (IAF) da cultura sobre o da fornageira. No Sistema Santa Fé, o consórcio é geralmente conduzido em solo de média a alta fertilidade e espera-se uma maior competição da fornageira com a cultura. Por essa razão, geralmente, além da sementeira mais profunda da fornageira, em alguns casos, pode haver a necessidade do uso de herbicidas para conter seu crescimento ou plantio defasado, plantando a fornageira alguns dias após o milho.

Um estudo sobre o consórcio de milho com braquiária e com o capim mombaça mostrou que, mesmo com ou sem a aplicação de herbicida para reduzir o crescimento das fornageiras, a taxa assimilatória líquida (TAL) do milho foi maior que a das fornageiras em grande parte do ciclo da cultura. A TAL indica a eficiência fotossintética e, devido ao maior crescimento do milho e o conseqüente sombreamento que esse exerce nas fornageiras, resultou em uma maior taxa de crescimento da cultura (TCC) do milho, superando o das fornageiras e tornando o consórcio dessas espécies muito seguro. A aplicação de herbicida para redução do TCC da braquiária somente é necessária em situações em que o milho não tem um bom desenvolvimento inicial, em casos de baixa fertilidade do solo e em outras situações, tais como: estiagem prolongada no período inicial da lavoura, forte ataque de lagarta do cartucho, dificultando o desenvolvimento inicial da cultura etc.

Vários trabalhos realizados com o consórcio milho e fornageiras mostram que, na média, a presença da fornageira reduziu a produtividade em 5%. Contudo, verifica-se que, em vários casos, não há diferenças significativas entre o milho solteiro e o consorciado. Vale ressaltar que os diferentes resultados estão associados à com-

binação de vários fatores, como a população da forrageira, a época de sua implantação, os arranjos de plantio, a presença de plantas daninhas, a aplicação de herbicidas, a fertilidade do solo e as condições hídricas. Nos tratamentos em que foram aplicados os herbicidas para reduzir o crescimento da forrageira, as produções foram semelhantes às do milho solteiro, indicando que esse procedimento pode eliminar as perdas no consórcio. A seguir, discutem-se alguns desses fatores e seus efeitos na produção do milho e da forrageira.

16.5 Manejos de herbicidas e efeitos no milho e na produção de forragem

No consórcio milho e forrageiras, geralmente as aplicações de herbicidas em pré-emergência afetam o estabelecimento das forrageiras, mesmo naqueles manejos onde o plantio das forrageiras é feito junto com a cobertura nitrogenada (em torno de 20 dias após a emergência do milho). Dessa forma, são usados os herbicidas aplicados em pós-emergência das plantas daninhas e do milho. Dentre esses herbicidas, destacam-se o atrazina e alguns do grupo químico das sulfonilúreas, como o nicosulfuron, foramsulfuron e iodossulfuron methyl sodium.

No consórcio, esse herbicida é aplicado nas doses de 1.000 a 1.500 g i.a. ha⁻¹ em pós-emergência e, nessas doses, somente apresenta controle sobre as dicotiledôneas.

As sulfonilúreas são usadas em pós-emergência, com enfoque no controle de gramíneas e de algumas espécies dicotiledôneas. Já o foramsulfuron atua principalmente sobre gramíneas e o iodossulfuron methyl sodium sobre espécies de folhas largas, estando, assim, disponível no mercado como mistura pronta para a cultura do milho.

O período crítico de competição (PCC) das plantas daninhas ou forrageiras no milho ocorre entre os estádios V5 (5 folhas totalmente expandidas) e V8 ou entre 20 e 40 dias após emergência. Dessa forma, a aplicação de herbicidas pós-emergentes deve ser feita entre V4 e V5. O herbicida atrazine (atrazina) deve ser usado na dose de 1.500 g i.a.⁻¹. ha (3 L p.c. ha⁻¹), para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas. O nicosulfuron (Sanson) é recomendado na dose de 4 a 8 g i.a. ha⁻¹ (0,1 a 0,2 L p.c. ha⁻¹). A dose maior é recomendada quando a forrageira ou plantas daninhas estão em estágios mais avançados (mais de três perfilhos). Para o consórcio do milho e panicuns (tanzânia, mombaça e outros), a dose de nicosulfuron não deve ultrapassar a 6g i.a.ha⁻¹ (0,15 L p.c. ha⁻¹), devido à sensibilidade dessas espécies aos herbicidas. Para os herbicidas foramsulfuron + iodossulfuron (Equipe-Plus), recomenda-se dose de 15 + 1 g i.a. ha⁻¹ (0,5 L p.c. ha⁻¹). Nessas doses, há uma redução do crescimento da forrageira e também das plantas daninhas em torno de 40 a 50%, suficiente para a redução da competição com o milho, no PCC.

A recuperação da toxicidade da forrageira devido aos herbicidas depende de vários fatores, como as condições hídricas, a fertilidade de solo e o próprio nível de fitotoxicidade da forrageira após a aplicação dos herbicidas. Portanto, recomenda-se não aplicar doses acima das indicadas. A consorciação de plantas forrageiras nas entrelinhas da cultura pode auxiliar na supressão da comunidade infestante. Em pesquisa realizada com o plantio de milho consorciado com diferentes forrageiras (Tabela 16.6), verificou-se que, quando o milho se desenvolveu na presença de plantas daninhas (corda-de-violão, caruru-roxo ou capim-colchão), houve uma significativa redução da produtividade entre a média da testemunha capinada e a testemunha mantida com as diferentes plantas daninhas. Entretanto, quando se utilizou o consórcio com as

forrageiras (*B. decumbens*, *B. brizantha* e *P. maximum*), com a presença das gramíneas forrageiras, ficou evidente a supressão da infestação de plantas daninhas, uma vez que os rendimentos obtidos com a consorciação foram significativamente maiores que os da testemunha (milho solteiro sem capina). Nesse estudo, o milho foi plantado com o espaçamento de 0,9 m e a forrageira plantada simultaneamente com o milho, utilizando uma densidade de plantio da forrageira de 3,0 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis, sendo plantadas duas linhas de forragem nas entrelinhas do milho.

16.6 Arranjos espaciais da forrageira e efeito no milho e na produção de forragem

Trabalhos realizados mostraram que os diferentes arranjos testados não afetaram o rendimento do milho (Tabela 16.7). Entretanto, os arranjos afetaram de forma significativa a produção de forragem, ou seja, ficou evidente que o plantio de duas linhas da forrageira na entrelinha do milho proporcionou maior produção de forragem e, ainda, quanto maior foi a distribuição em linha da forrageira maior foi a produção (menor tempo de formação do pasto). Nesses estudos, o espaçamento entre fileiras de milho foi de 1,0 m em Coimbra (MG) e 0,45 m em Ilha Solteira (SP), e a densidade de plantio da forrageira, em kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis (SPV) foi de 3,0 kg ha⁻¹, no ensaio de produção de grãos, de 3,8 kg ha⁻¹ no ensaio de produção de silagem em Coimbra e de 6,4 kg ha⁻¹, no ensaio em Ilha Solteira.

Tabela 16.6. Rendimento do milho (kg ha⁻¹) consorciado com forrageiras, em função de diferentes plantas daninhas*

Planta daninha	Com	Sem	B.		P.
	capina	capina	<i>brizantha</i>	<i>decumbens</i>	<i>maximum</i>
Corde-de-viola	7130 a	1980 d	4000 c	4040 c	5190 b
Caruru-roxo	7010 a	2350 d	4080 c	4100 c	5170 b
Capim-colchão	7040 a	2310 d	4070 c	4180 c	5180 b

Fonte: Severino et. al. (2005); *Em cada linha, médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16.7. Rendimento do grãos e forragem (MV) de milho, em kg ha⁻¹, e de *B. brizantha*, em t ha⁻¹, em função de diferentes arranjos espaciais e locais de plantio.

Sistema de plantio	Local						
	Coimbra, MG		Ilha Solteira, SP		Coimbra, MG		
	grãos	Forrag*	grãos	Forrag*	MV	Forrag*	Forrag*
Plantio simultâneo com uma linha nas entrelinhas	5.570	1,15					
Plantio simultâneo com duas linhas na entrelinha	5.030	2,66			55.330	0,73	4,48
Plantio simultâneo a lanço	5.770	0,45	6.928	1,69	49.790	0,13	0,76
Plantio simultâneo na linha do milho	5.550	0,71	7.503	2,13	-		
Plantio 30 DAE do milho com uma linha entrelinha	-	-	7.677	1,45	51.920	0,05	0,05
Plantio a lanço, 30 DAE do milho	-	-	8.147	1,48			
Milho solteiro	5.910	-	7.995	-	55.920	-	-
Braquiária solteira		7,63				2,83	14,94

*Produção de forragem: Fonte: Adaptado de Jakelaitis et al. (2005); Pantano (2003) e Freitas et al. (2005).

16.7 Épocas de introdução das forrageiras e efeitos no milho e na produção de forragem

De acordo com os trabalhos citados na Tabela 16.8, verifica-se que não há diferenças de produtividade do milho entre o

plantio simultâneo da forrageira com o milho e o plantio em pós-emergência. O milho apresenta maior taxa de crescimento no início do desenvolvimento em comparação com a forrageira, o que garante o sucesso do plantio simultâneo das duas espécies. Ao contrário do milho, a produção da forrageira é extremamente afetada pela época de implantação. Verifica-se, nos trabalhos realizados, que a produção da forrageira diminui significativamente na medida em que se atrasa a introdução dessa no consórcio. O milho, por ser uma planta muito competitiva, afeta negativamente a forrageira quando essa é implantada em pós-emergência do milho. Diante desses dados, recomenda-se o plantio simultâneo da forrageira com o milho, pois o rendimento do milho não é afetado (desde que sejam seguidas as recomendações de uso de herbicidas, arranjos e densidade de plantio) e a produção da forrageira após colheita do milho atinge seu máximo potencial.

Trabalhos de pesquisa não mostraram respostas da densidade de plantio das forrageiras na produção de milho e de forragem (Tabela 16.9). Portanto, recomenda-se uma densidade de 3,0 kg ha⁻¹ de sementes puras e viáveis (SPV) para a implantação do consórcio.

Tabela 16.8. Rendimento de grãos de milho, em kg ha⁻¹ e de massa seca de forragem, em t ha⁻¹ de braquiária, em função de diferentes épocas de introdução da forrageira em sistema consorciado, em três experimentos em Piracicaba, SP e um em Ilha Solteira, SP.

Sistema de plantio	Locais			
	Piracicaba	Piracicaba	Piracicaba	Ilha Solteira
	Rendimento de milho (kg ha⁻¹)			
Milho solteiro	9.270	9.270	9.270	7.995
Consórcio, plantio simultâneo	9.690	9.700	9.333	7.503
Braquiária plantada estádio	9.280	9.500	9.450	7.677
V4 do milho	Rendimento de massa seca de forragem (t ha⁻¹)			
plantio simultâneo, colheita	1,31	1,56	1,06	2,13
plantio simultâneo, 60 DAC	3,96	3,17	2,22	-
Braquiária plantada estádio	0,37	0,35	0,33	1,45
V4 do milho, colheita				
Braquiária plantada estádio	3,16	2,21	1,85	-
V4 do milho, 60 DAC				
Forrageira	<i>B. decumbens</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>B. ruzizensi</i>	<i>B. brizantha</i>
Espaçamento do milho (m)	0,90	0,90	0,90	0,45
Arranjo do consorcio	Uma linha na entrelinha	Uma linha na entrelinha	Uma linha na entrelinha	Uma linha na entrelinha
Densidade de plantio da forrageira (kg ha ⁻¹ de SPV)	3,0	3,0	3,0	3,17

Fonte : Adaptado de Tsumanuma (2004); Pantano (2003).

Tabela 16.9. Rendimento do milho e de massa seca de forragem em sistemas de consórcio de milho e braquiárias, em função da densidade de plantio da forrageira .

Sistema	Locais				
	Jaboticabal SP	S. Antônio GO	S. Antônio GO	S. Antônio GO	S. Antônio GO
Rendimento de grãos de milho (kg ha⁻¹)					
Milho solteiro	9270 a	8425 a	7812 a	7373 a	8103 a
Consórcio - 1,6 kg ha ⁻¹ SPV	-	7959 a	7772 a	7077 a	7028 a
Consórcio - 3,2 kg ha ⁻¹ SPV	9561 a	8012 a	8039 a	6877 a	7708 a
Consórcio - 4,8 kg ha ⁻¹ SPV	-	7898 a	7551 a	7195 a	7521 a
Consórcio - 6,4 kg ha ⁻¹ SPV	9629 a	-	-	-	-
Rendimento de massa seca de forragem (t ha⁻¹)					
Consórcio - 1,6 kg ha ⁻¹ SPV	-	5,67 a	5,21 a	10,7 a	11,2 a
Consórcio - 3,2 kg ha ⁻¹ SPV	4,48 a	6,13 a	5,78 a	9,6 a	11,0 a
Consórcio - 4,8 kg ha ⁻¹ SPV	-	6,00 a	5,19 a	11,8 a	14,7 a
Consórcio - 6,4 kg ha ⁻¹ SPV	4,55 a	-	-	-	-
Colheita da forragem em relação ao milho	colheita	50 DAC	50 DAC	50 DAC	50 DAC
Forrageira	Brachiaria decumbens	Brachiaria brizantha	Brachiaria brizantha	Panicum maximum	Panicum maximum
Espaçamento entre fileiras do milho (m)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Plantio da forrageira	Pós emerg. V5	simultâneo	simultâneo	simultâneo	simultâneo
Arranjo	2 linhas forrag. nas entrelinhas do milho	Na linha e 1 fileira nas entrelinhas do milho	Na linha e 1 fileira nas entrelinhas do milho	Na linha e 1 fileira nas entrelinhas do milho	Na linha e 1 fileira nas entrelinhas do milho
Uso de subdose de herbicida	Não	Não	Sim	Não	Sim

Fonte: Adaptado de Bernardes (2003) e de Portela (2003).

16.8 Colheita do milho

A partir do início do secamento das folhas do milho, vai haver maior penetração de luz e a forrageira voltará a crescer em maior velocidade. Então, a colheita não deve sofrer atraso, pois a forrageira poderá crescer muito e causar transtornos (embuchamento) na colheita mecânica e operacionais na manual. Caso se decida por antecipação da colheita, deve-se ter disponí-

vel secador de grãos. Depois da colheita, dependendo da condição do pasto, deve-se fazer um pastejo rápido de formação, para estimular o perfilhamento da forrageira ou o pasto deve ser vedado. No primeiro caso, em seguida à saída dos animais, a área deve ser vedada por período suficiente para rebrota e crescimento, até a fase do pastejo definitivo, que vai depender das condições do clima. Caso o milho seja colhido para ensilagem, a área é vedada em seguida, até a época do primeiro pastejo definitivo. A altura do pastejo deve seguir as recomendações para a espécie forrageira plantada, bem como a carga animal. Depois de um ciclo de pastejo, que pode ser somente na entressafra ou de alguns anos e, ao final do período de seca, a pastagem é vedada e, no início das chuvas, dessecada, dando início a novo ciclo de cultura solteira em rotação ou em consórcio.

16.9 Referências

ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. A cultura do Milho na Integração Lavoura-Pecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 106-126, 2006.

FAGERIA, N. K. Resposta do arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 416-424, 2001.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L. Cultivo consorciado de milho para silagem com *Brachiaria brizantha* no sistema de plantio convencional. **Planta Daninha**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 635-644, 2005.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; FREITAS, F. C. L.. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; PEREIRA, J. L.; VIANA, R. G. Efeitos de herbicidas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 69-78, 2005 a.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005 b.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.; OLIVEIRA, I. P. de.; COSTA, J. L. da.; SILVA, J. G. da.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNOBOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé-Tecnologia Embrapa**: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema santa fé. KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura e pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-441.

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; AQUINO PORTES, T.; SILVA, A. E.; PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. M.; GUIMARÃES, C. M.; GOMIDE, J. C.; BALBINO, L. C. **Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996. 90 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 64).

OLIVEIRA, I. P.; CUNHA, R.; SANTOS, R. S. M. dos; FARIA, C. D. de; CUNHA, G. F. da. Efeito da correção da fertilidade do solo no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em latossolo com diferentes históricos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 57-64, 2000.

PANTANO, A. C. Semeadura de braquiária em consorciação com milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura-pecuária em plantio direto., 2003. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

PORTELA, C. M. de **O. Efeito de herbicidas e diferentes populações de forrageiras consorciadas com as culturas de soja e milho, no Sistema Santa Fé/Caio Machado de Oliveira Portela.** 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SEVERINO, F. J.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. I- Implicações sobre a cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 589-596, 2005.

TSUMANUMA, G. M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias, em Piracicaba, SP.** 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

YOKOYAMA, L. P.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I. P. de. **Impactos socioeconômicos da tecnologia "Sistema Barreirão".** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1998.37 p. (EMBRAPA-CNPAP. Boletim de Pesquisa, 9).