

Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária

Luís Armando Zago Machado⁽¹⁾, Ulysses Cecato⁽²⁾, Eder Comunello⁽¹⁾, Germani Concenção⁽³⁾ e Gessi Ceccon⁽¹⁾

⁽¹⁾Embrapa Agropecuária Oeste, BR 163, Km 253, CEP 79804-970 Dourados, MS, Brasil. E-mail: luis.zago@embrapa.br, eder.comunello@embrapa.br, gessi.ceccon@embrapa.br ⁽²⁾Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, nº 5.790, Jardim Universitário, CEP 87020-900 Maringá, PR, Brasil. E-mail: ulyssescecato@gmail.com ⁽³⁾Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR-392, Km 78, 9º Distrito, Monte Bonito, Caixa Postal 321, CEP 96010-971 Pelotas, RS, Brasil. E-mail: germani.concencao@embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de grãos de soja (*Glycine max*) e o estabelecimento de forrageiras perenes, em cultivo consorciado. A soja foi avaliada em cultivo solteiro e consorciada com os capins: *Megathyrsus maximus*, cultivares Aruana e BRS Tamani; *Urochloa brizantha*, cultivares Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás; *U. decumbens*; e *U. ruziziensis*. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com sete repetições, nas safras de 2011/2012 e 2012/2013. No cultivo consorciado, as forrageiras foram semeadas 21 e 14 dias após a emergência da soja, na primeira e na segunda safra, respectivamente. O rendimento de grãos da soja solteira e o da consorciada não diferiram, exceto nos cultivos soja + *U. ruziziensis* e soja + 'BRS Paiaguás', que apresentaram menor rendimento no segundo ano de avaliação. O capim 'BRS Tamani' foi o mais adequado para estabelecimento em consórcio com a soja, ao se considerar suas características morfológicas e seu baixo potencial de competição. O consórcio de soja e forrageiras perenes contribui para supressão do crescimento de plantas daninhas e, de maneira geral, não compromete o rendimento da soja.

Termos para indexação: *Brachiaria*, *Megathyrsus*, *Panicum*, *Urochloa*, integração lavoura-pecuária, matocompetição.

Establishment of perennial forages intercropped with soybean for integrated crop-livestock systems

Abstract – The objective of this work was to evaluate soybean (*Glycine max*) grain yield and the establishment of perennial intercropped forages. Soybean was evaluated in sole crop and intercropped with the following forages: *Megathyrsus maximus*, Aruana and BRS Tamani cultivars; *Urochloa brizantha*, Xaraés, BRS Piatã, and BRS Paiaguás cultivars; *U. decumbens*; and *U. ruziziensis*. A randomized complete block design was used, with seven replicates, in the 2011/2012 and 2012/2013 crop seasons. In the intercropped system, the forages were sown 21 and 14 days after soybean emergence, in the first and second crop seasons, respectively. Grain yield did not differ for soybean in sole crop or intercropped, except for soybean + *U. ruziziensis* and soybean + 'BRS Paiaguás', which were less productive in the second year of evaluation. The 'BRS Tamani' forage was the most suited for intercropping with soybean, considering its morphological characteristics and its low competition potential. Soybean intercropped with perennial forages contributes to suppress weed growth and, overall, does not compromise soybean yield.

Index terms: *Brachiaria*, *Megathyrsus*, *Panicum*, *Urochloa*, crop-livestock integration, weed interference.

Introdução

Sistemas de produção especializados são vulneráveis a volatilidades do mercado (Campos, 2007) e a instabilidades climáticas (Pinto et al., 2013), e estão associados, com alguma frequência, à degradação do solo e das pastagens. Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPAs) são uma alternativa à especialização, por promoverem a diversificação (Vilela et al., 2011) e a rotação de culturas, estando comumente ligados à recuperação da estrutura dos

solos e à minimização da estacionalidade de produção das forrageiras (Vilela et al., 2011).

A disponibilidade de forragem pode ser aumentada com o estabelecimento de forrageiras em consórcio com culturas anuais (Vilela et al., 2011). Esse consórcio é viável porque as forrageiras perenes apresentam menor taxa de crescimento inicial que as culturas anuais e, dessa forma, representam baixo risco ao rendimento de grãos (Cobucci & Portela, 2003). O consórcio de milho e braquiária é utilizado na reforma de pastagens; porém, o estabelecimento

de forrageiras em consórcio com soja ainda é um desafio, dado o pequeno porte e a baixa capacidade de competição da oleaginosa (Kluthcouski & Aidar, 2003). A competição das gramíneas no consórcio pode ser minimizada com a defasagem na semeadura e com a utilização de cultivares de forrageiras (Duarte et al., 1995) e de soja (Crusciol et al., 2012) adequadas ao consórcio. No entanto, os estudos quanto a essas modalidades de cultivo ainda são insuficientes para uma efetiva recomendação (Vilela et al., 2011), a qual, se viabilizada, favorecerá o aumento de produtividade sem a necessidade de expansão de área (Crusciol et al., 2014).

As forrageiras atualmente disponíveis para cultivo consorciado não foram selecionadas para os SIPAs, e comumente apresentam limitações de uso tanto para rotação de culturas quanto para integração lavoura-pecuária. Algumas cultivares lançadas recentemente apresentam características mais favoráveis a esse tipo de cultivo, pela maior produtividade e pela facilidade de manejo em relação a animais e herbicidas (Machado & Valle, 2011). Contudo, ainda são necessários ajustes fitotécnicos para o estabelecimento eficiente das forrageiras em consórcio, especialmente com a soja.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de grãos de soja e o estabelecimento de forrageiras perenes, em cultivo consorciado.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido em Dourados, no Estado do Mato Grosso do Sul. O clima da região é do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, com verões quentes e chuvosos e invernos secos, e precipitação média anual de 1.400 mm. Durante o período experimental, as condições meteorológicas foram desfavoráveis aos cultivos avaliados, com precipitações inferiores à média histórica (35 anos) em dezembro de 2011, dezembro de 2012 e janeiro de 2013, e com temperaturas elevadas no segundo semestre de 2012 (Figura 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com sete repetições. Foram avaliadas as modalidades de cultivos soja [*Glycine max* (L.) Merr.] solteira e consorciada com as seguintes espécies forrageiras: *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum maximum*), cultivares Aruana e BRS Tamani (PM45); *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*), cultivares Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás;

Urochloa decumbens (Syn. *Brachiaria decumbens*); e *U. ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*). As avaliações foram realizadas nas safras 2011/2012 e 2012/2013, em áreas distintas, mas próximas. Os experimentos não foram considerados como fatorial, pois as áreas não foram as mesmas e as metodologias utilizadas nelas não foram exatamente iguais.

As forrageiras foram estabelecidas em consórcio com a cultivar de soja mais utilizada no Sul do Mato Grosso do Sul – a BMX Potência RR, de porte alto. Foram utilizados genótipos de forrageiras que se destacaram em outros experimentos em cultivo solteiro, para uso nos SIPAs (Machado & Assis, 2010; Machado & Valle, 2011).

Os experimentos foram realizados em Latossolo Vermelho distroférico (Santos et al., 2013). Em 2011, antes da semeadura, a análise química do solo indicou: pH em água, 5,3; pH em CaCl₂, 4,5; 0,6, 3,2, 0,7, 8,9 e 0,7 cmol_c dm⁻³ de Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al e K⁺, respectivamente; 44,2 mg dm⁻³ de P (Mehlich 1); capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva de 5,2 cmol_c dm⁻³; saturação por bases (V) de 34,1%; e 33,9 g kg⁻¹ de matéria orgânica (MO). Em 6/10/2011, foram aplicados 3.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 70%, em superfície. Em 2012, na outra área experimental, a análise química indicou: pH em água, 5,6; pH em CaCl₂, 4,9; 0,1, 5,8, 2,2, 6,2 e 1,2 cmol_c dm⁻³ de Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al e K⁺, respectivamente; 24,2 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); CTC efetiva de 9,3 cmol_c dm⁻³; V de 60%; e 32,8 g kg⁻¹ de MO.

Antes da semeadura da soja, as plantas daninhas foram controladas com 4,0 L ha⁻¹ do herbicida glifosato (360 g L⁻¹ do equivalente ácido de N-fosfometil glicina), tendo-se adicionado 0,5% de óleo mineral à calda. As sementes de soja foram tratadas com fungicida à base de carboxina e tiram, e, posteriormente, foi inoculado *Bradyrhizobium japonicum*. A semeadura da soja foi realizada em 28/10/2011 e em 20/11/2012, sob plantio direto, com uso de semeadora SHM (Semeato S/A Implementos Agrícolas, Passo Fundo, RS), na densidade de 32 a 35 sementes viáveis de soja por metro quadrado. No momento da semeadura, aplicaram-se 200 kg ha⁻¹ (2011) e 283 kg ha⁻¹ (2012) de adubo N-P₂O₅-K₂O (5-30-15), em linha. Nas safras 2011/2012 e 2012/2013, as parcelas mediram 6,0x6,0 e 4,0x5,5 m, respectivamente, e o espaçamento entre linhas foi de 60 e 55 cm.

As forrageiras foram semeadas com defasagem de 21 (2011) e 14 dias (2012) após a emergência da soja, com uso de semeadora de parcelas autopropelida (Wintersteiger AG, Ried im Innkreis, Áustria). As sementes das forrageiras foram distribuídas na entrelinha da soja, a aproximadamente 4 cm de profundidade. Em 2012, aplicaram-se 20 mm de lâmina de água, com sistema de irrigação convencional de aspersão, para garantir a emergência das forrageiras na data programada. Para os genótipos de *Urochloa* spp. e *M. maximus*, foram utilizadas as densidades de semeadura de 60 e 300 sementes puras viáveis por metro quadrado, respectivamente. Imediatamente após a semeadura das forrageiras, as plantas daninhas foram controladas com a aplicação de 3,0 L ha⁻¹ de herbicida glifosato, com adição de 0,5% de óleo mineral à calda. Depois dessa aplicação em pré-emergência da soja, não foram mais utilizados herbicidas nos experimentos. Na safra 2012/2013, as plantas de soja e das forrageiras foram desbastadas, tendo-se deixado 25 e 15 plantas por metro quadrado, respectivamente, para padronizar a competição entre as espécies e minimizar o erro experimental. A densidade de plantas de soja no momento da colheita foi de 251–268 (2011/2012) e 145–170 (2012/2013) mil plantas por hectare.

Para a determinação da produtividade de grãos da soja, foram colhidas seis linhas, com 2,0 m de comprimento, em cada unidade experimental, com uso de uma colheitadeira de parcelas (Wintersteiger

AG, Ried im Innkreis, Áustria), em 2/3/2012 e em 25/3/2013. A barra de corte foi regulada para ceifar as plantas abaixo da inserção das primeiras vagens da soja, entre 10 e 15 cm acima do nível do solo. As seguintes variáveis foram determinadas em uma das seis linhas: altura e estatura de plantas de soja e forrageiras, isto é, a distância da superfície do solo até a ponta da última folha estendida e até o topo da comunidade de plantas, respectivamente; densidade de plantas de soja, daninhas e forrageiras; e número de perfilhos das forrageiras. Posteriormente, a soja foi colhida manualmente para determinação dos componentes do rendimento de grãos. Além disso, coletou-se amostra da parte aérea das demais plantas na entrelinha da soja, para determinação da massa de matéria seca das plantas daninhas e forrageiras. A umidade das amostras foi determinada, e as impurezas separadas manualmente dos grãos para determinação da massa de grãos, ajustada a 13% de umidade.

Para testar a hipótese de normalidade, os resíduos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, e as variáveis que apresentaram distribuição normal foram avaliadas por meio da metodologia de modelos lineares. Para aquelas que não apresentaram distribuição normal dos resíduos, as análises foram realizadas pela metodologia de modelos lineares generalizados, tendo-se assumido distribuição binomial para as variáveis (%): umidade, impurezas e vagens chochas. A distribuição de Poisson foi assumida para número

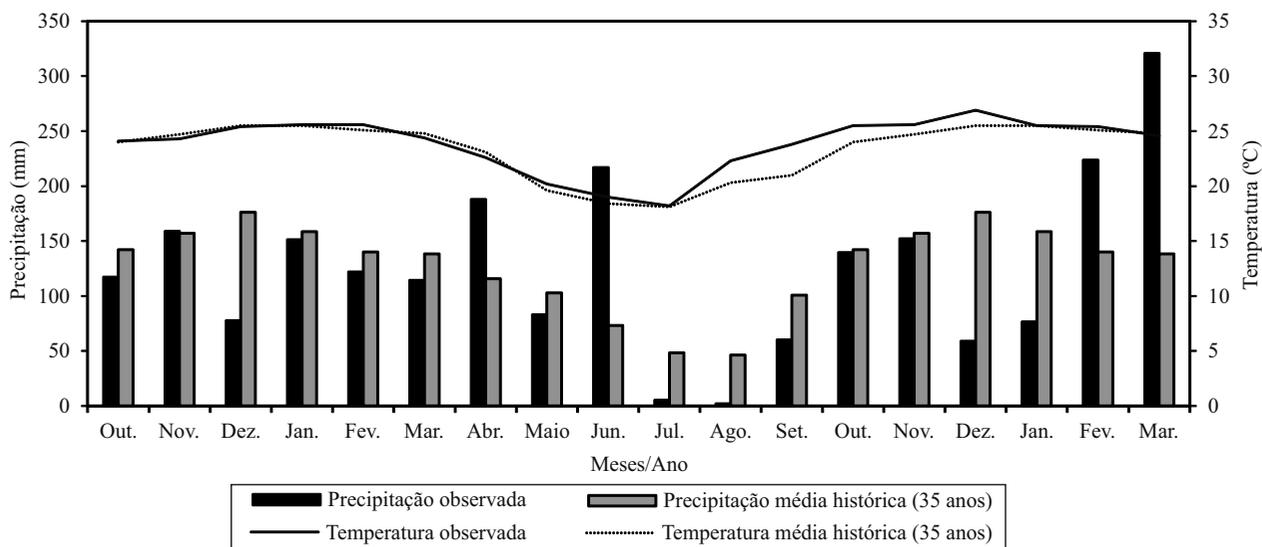


Figura 1. Precipitação e temperatura mensais observadas durante a condução do experimento, de outubro de 2011 a março de 2013, e médias históricas registradas na estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS.

de grãos por vagem e número de plantas daninhas; e a Gama, para massa de matéria seca das plantas daninhas. Em seguida, os dados foram submetidos ao teste do qui-quadrado, e as variáveis com distribuição normal, à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste LSD de Fisher, a 5% de probabilidade, com auxílio do programa R (R Core Team, 2016). Para as regressões, utilizou-se o programa SigmaPlot, versão 11.0 (Systat Software Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultados e Discussão

As modalidades de cultivo não diferiram quanto ao rendimento de grãos (Tabela 1). Foram observadas diferenças numéricas, mas não significativas, para essa variável, semelhantemente ao relatado em outros estudos com consórcio de soja com forrageiras do gênero *Urochloa* spp. (Pereira et al., 2011; Mariani et al., 2012; Saraiva et al., 2013; Franchini et al., 2014).

Aceitar a hipótese nula, na análise de variância para rendimento de grãos de soja, pode ser considerada uma decisão conservadora, que implica admitir diferenças de até 582 kg ha⁻¹ como não significativas (Tabela 1),

na safra 2012/2013. Se a hipótese nula fosse falsa, incorrer-se-ia em erro tipo II, e o consórcio proposto comprometeria o lucro da atividade, principalmente quando o custo de produção estivesse próximo ao da receita bruta, como foi previsto na safra 2015/2016 (Richetti, 2015). Ao aceitar 10% de significância para o teste de médias, torna-se a análise mais permissiva, o que, no presente trabalho, penalizou as modalidades alternativas que representavam maior risco ao rendimento de grãos da soja. Entretanto, mesmo nesse grau de significância, o rendimento médio de grãos somente foi maior para soja solteira quando comparada com os consórcios com *U. ruziziensis* e 'BRS Piatã', na safra 2012/2013.

Ao avaliar o consórcio de soja com *U. brizantha*, Duarte et al. (1995) obtiveram redução no rendimento de grãos da oleaginosa, o que não observaram com *U. humidicola*. A primeira forrageira apresenta hábito de crescimento cespitoso/ereto, que favorece a competição por luz com a soja; já a segunda é uma espécie estolonífera, que dificilmente atingiria o topo do dossel, sendo menos competitiva. No presente estudo, as características morfológicas da forrageira

Tabela 1. Componentes de produção da soja (*Glycine max*) sob cultivo solteiro e consorciado com forrageiras tropicais, nas safras 2011/2012 e 2012/2013⁽¹⁾.

Cultivo	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Percentagem de impurezas	Percentagem de umidade	Nº de vagens por planta	Percentagem de vagens chochas	Nº de grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)
Safra 2011/2012							
Soja (solteira)	1.782	1,0ab	9,5b	38,9a	3,2b	1,8c	10,1
Soja+Aruana	1.867	0,9bc	9,8a	37,7ab	3,1b	2,0b	10,2
Soja+BRS Tamani	2.111	0,9bc	9,8a	39,2a	1,8c	1,9b	10,3
Soja+Xaraés	1.905	0,8c	9,8a	29,8c	4,8a	2,0ab	10,5
Soja+BRS Piatã	1.829	1,0ab	9,8a	35,5b	3,7ab	1,9b	10,1
Soja+BRS Paiaguás	1.850	0,9bc	9,7a	38,6a	3,8ab	1,3d	10,1
Soja+ <i>Urochloa decumbens</i>	1.662	0,9bc	9,8a	39,4a	3,4ab	1,7c	10,1
Soja+ <i>Urochloa ruziziensis</i>	1.774	1,1a	9,8a	37,3ab	4,6a	2,1a	9,6
Coeficiente de variação (%)	15,3	45,5	2,5	15,8	47,8	15,7	5,0
Safra 2012/2013							
Soja (solteira)	2.199a	6,0c	14,3e	53,6ab	-	2,2	12,1
Soja+Aruana	2.019ab	7,7b	15,3bcd	56,9a	-	1,5	12,4
Soja+BRS Tamani	2.010ab	7,8b	16,3ab	55,7a	-	2,1	12,2
Soja+Xaraés	2.005ab	7,8b	14,6de	52,3ab	-	1,7	12,5
Soja+BRS Piatã	1.818bc	8,5ab	15,8abc	47,1bc	-	2,2	12,5
Soja+BRS Paiaguás	2.063ab	7,4bc	15,4bcd	45,0c	-	2,2	12,7
Soja+ <i>Urochloa decumbens</i>	2.012ab	8,1b	15,1cde	49,8abc	-	1,7	12,4
Soja+ <i>Urochloa ruziziensis</i>	1.617c	10,3a	16,5a	47,1bc	-	2,0	12,4
Coeficiente de variação (%)	16,8	2,9	0,2	19,2	-	27,8	3,3

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher, a 5% de probabilidade para todas as variáveis e 10% de probabilidade para rendimento de grãos.

podem ter favorecido a soja no consórcio com o capim 'BRS Tamani', que apresenta colmos curtos, e com os capins 'BRS Paiaguás' e 'Aruana', que apresentam colmos finos que acamam com facilidade. Plantas com esta característica têm desvantagens na competição com a soja, diferentemente do observado com *U. ruziziensis*, que apresenta colmos mais grossos e longos.

A percentagem média de impurezas nos grãos colhidos da soja foi maior para o consórcio com *U. ruziziensis* (Tabela 1) e menor para o 'Xaraés', em 2011/2012 e para a soja solteira, em 2012/2013. A percentagem de umidade foi menor com a soja solteira, na comparação com as demais modalidades de cultivo, em 2011/2012; e, em 2012/2013, ela só não diferiu dos consórcios soja + 'Xaraés' e soja + *U. decumbens*. A percentagem de umidade nos grãos foi influenciada pelo percentual de impurezas, principalmente por ter sido determinada sem a retirada destas. Embora esse procedimento não seja usual, ele possibilita inferir o potencial de interferência das impurezas sobre a umidade dos grãos. Além disso, quando há elevada massa de forragem, cria-se um microclima que dificulta a dissipação da umidade no interior do dossel. Esses aspectos podem ter influência sobre a qualidade de sementes.

As modalidades de cultivo com maior número médio de vagens por planta foram: soja solteira, soja + 'BRS Tamani', soja + 'BRS Paiaguás' e soja + *U. ruziziensis*, em 2011/2012; e soja + 'Aruana' e soja + 'BRS Tamani', em 2012/2013. Os menores valores foram observados com: soja + 'Xaraés', em 2011/2012, e soja + 'BRS Paiaguás', em 2012/2013. Apenas em 2011/2012, foram observadas vagens sem grãos (chochas), e o cultivo soja + *U. ruziziensis* apresentou a maior percentagem (Tabela 1).

Houve diferenças no número médio de grãos por vagem somente na safra 2011/2012, com os maiores valores obtidos no cultivo soja + *U. ruziziensis*, e os menores no soja + 'BRS Paiaguás' (Tabela 1). Na safra 2012/2013, não foram observadas diferenças entre os tratamentos para número médio de grãos por vagem e massa de 100 grãos.

Apesar de o enfoque de vários estudos com cultivos consorciados ser a possibilidade de competição da forrageira com a soja, não há relatos de alteração nos componentes do rendimento de grãos da oleaginosa, quando consorciada com gramíneas (Mariani et al.,

2012; Saraiva et al., 2013; Crusciol et al., 2014; Franchini et al., 2014). Diferenças significativas, contudo, foram relatadas por Crusciol et al. (2012) e Saraiva et al. (2014), que obtiveram redução no número de vagens por planta e de grãos por vagem no cultivo consorciado soja + *U. brizantha*. No presente trabalho, constatou-se que a soja solteira apresentou maior número de vagens por planta que nos cultivos consorciados com 'Xaraés' e 'Piatã', em 2011/2012, e com 'BRS Paiaguás', em 2012/2013.

O manejo correto da forrageira pode alterar a sua competição com a soja. Silva et al. (2005a) reportaram redução dos componentes do rendimento quando a forrageira foi semeada antecipadamente, simultaneamente ou com defasagem inferior a 14 dias da emergência da soja. A defasagem na semeadura, além de reduzir o potencial de competição da forrageira, possibilita a aplicação de herbicida para o controle das plantas daninhas, antes da emergência da soja. Caso a gramínea se desenvolva além do esperado, seu crescimento também pode ser inibido com a aplicação de herbicida (Cobucci & Portela, 2003; Silva et al., 2004).

Para a altura média das plantas de soja, não foram verificadas diferenças entre as modalidades de cultivo, nas duas safras (Tabela 2). Estudos conduzidos por Crusciol et al. (2012, 2014) e Franchini et al. (2014) mostraram alterações nessa variável, entre anos ou entre genótipos. A altura média de inserção das primeiras vagens variou de 12,5 a 14,5 cm; no entanto, não foram observadas diferenças entre modalidades de cultivo, o que está de acordo com os resultados de Franchini et al. (2014) e Crusciol et al. (2014), mas discorda dos de Silva et al. (2004) e Crusciol et al. (2012). A altura média de plantas e da inserção das primeiras vagens são características que variam entre os genótipos de soja e apresentam alguma plasticidade em relação às alterações ambientais (Crusciol et al., 2012; Franchini et al., 2014). Cultivares de soja com maior porte e maior altura de inserção das vagens podem ser mais competitivas por luz e, portanto, menos suscetíveis à competição com a forrageira e ao dano causado pelas impurezas, no momento da colheita.

A estatura das plantas forrageiras também não diferiu entre as modalidades de cultivo (Tabela 2); o maior valor numérico foi obtido com *U. decumbens*, em 2011/2012, e o menor, com *U. ruziziensis*, em 2011/2012 e 2012/2013.

Na safra 2012/2013, embora se tenha realizado o desbaste para padronização da densidade de plantas forrageiras, este número diminuiu por ocasião da colheita. A menor densidade de plantas forrageiras foi encontrada no cultivo soja + *U. ruziziensis* (Tabela 2). A redução no número de plantas, durante o ciclo da soja, pode estar associada ao sombreamento causado pela oleaginosa. De acordo com Kluthcouski & Aidar (2003) e Zimmer et al. (1987), são necessárias de 6 a 20 plantas por metro quadrado para o estabelecimento de pastagens, critério atendido no presente trabalho. O capim 'BRS Tamani' apresentou maior número de perfilhos. Em condição de estresse, quando é aplicado herbicida para o controle do crescimento da forrageira consorciada, muitos perfilhos entram em senescência e morrem (Silva et al., 2005b); por isso, uma alta densidade de plantas e de perfilhos é fundamental para garantir a formação da pastagem.

O número de plantas daninhas foi maior na soja solteira e no cultivo soja + 'BRS Piatã', na safra 2011/2012, e no cultivo soja + 'Xaraés', na 2012/2013. A presença das forrageiras pode ter contribuído para redução do número e, principalmente, da massa de matéria seca das plantas daninhas, de 181 kg ha⁻¹, na soja solteira, para 20 a 76 kg ha⁻¹, nos consórcios (Tabela 2). Este resultado pode ser atribuído ao aumento na competição por recursos como luz, água e nutrientes, ou mesmo ao efeito alelopático das forrageiras (Lithourgidis et al., 2011). Esses valores são bem inferiores aos relatados por Ikeda (2010), para

soja sem capina, mas semelhantes aos da condição com capina. O menor valor obtido certamente esteve relacionado ao controle químico realizado após a semeadura da soja, possibilitado pela defasagem no período de semeadura das forrageiras.

A produção de matéria seca das forrageiras esteve de acordo com o reportado por Mariani et al. (2012), para os capins 'Aruana' e 'Mombaça' consorciados com soja; porém, foi muito inferior aos 3.058 kg ha⁻¹ obtidos pelos autores no consórcio com o capim 'Marandu'. A discrepância nesse resultado pode estar associada ao fato de que a semeadura das forrageiras foi feita de forma simultânea à da soja, diferentemente do realizado no presente trabalho, em que a forrageira foi semeada após a oleaginosa. Mata et al. (2011), por sua vez, obtiveram valores bem inferiores para essa variável, provavelmente pelo menor espaçamento adotado entre as linhas de soja (40 cm) e pelo maior período de defasagem da semeadura (20 a 30 dias após a oleaginosa), o que favoreceu o crescimento da soja em detrimento da forrageira.

Para a massa de matéria seca da forrageira + plantas daninhas, Silva et al. (2006) encontraram valores muito superiores aos obtidos no presente estudo, que também podem estar relacionados à semeadura simultânea da forrageira empregada pelos autores.

O rendimento de grãos da soja apresentou resposta linear negativa ao aumento da massa de matéria seca de forragem + plantas daninhas, nos consórcios com os capins 'Aruana', 'BRS Tamani', 'BRS Paiaguás'

Tabela 2. Componentes de produção e morfológicos da soja (*Glycine max*), das forrageiras tropicais avaliadas e das plantas daninhas, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, sob cultivo solteiro da soja ou consórcio com as forrageiras⁽¹⁾.

Cultivo	Soja ⁽²⁾			Forrageiras ⁽³⁾						Plantas daninhas ⁽⁴⁾				
	APS		AIPV	EPF		NPF		NPer	F	NPD		PD	F+PD ⁽⁵⁾	
	2012	2013	2013	2012	2013	2011/12	2012/13	2012/13	2011/12	2011/12	2012/13	2012/13	2012/13	
Soja (solteira)	101,2	88,1	12,5	-	-	-	-	-	-	-	0,8a	8,8b	181a	181b
Soja+Aruana	101,2	86,7	13,0	29,6	69,0	56,6ab	14,3a	205b	853c	0,3c	5,6d	26de	879ab	
Soja+BRS Tamani	100,9	84,6	13,3	30,9	77,6	35,2cd	14,4a	286a	1.524a	0,5b	8,6bc	34cde	1.558a	
Soja+Xaraés	100,0	86,6	12,8	40,3	67,6	22,0de	12,6ab	133c	822c	0,7ab	13,8a	42bcde	864ab	
Soja+BRS Piatã	102,9	86,6	14,5	34,7	81,9	27,3cde	12,9ab	127c	1.283abc	0,8a	9,6ab	51bcd	1.335abc	
Soja+BRS Paiaguás	103,5	86,3	14,3	33,6	67,3	43,5bc	11,9ab	172bc	915bc	0,7ab	8,8b	76ab	991bc	
Soja+ <i>U. decumbens</i>	100,5	88,2	13,5	35,7	67,0	64,0a	12,5ab	177bc	826c	0,2d	7,9bcd	66bc	893ab	
Soja+ <i>U. ruziziensis</i>	100,9	85,7	14,3	32,1	74,7	16,1e	10,0b	161bc	1.409ab	0,6ab	5,7cd	20e	1.429ab	

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste LSD de Fisher, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾APS, altura de plantas (cm); e AIPV, altura de inserção da primeira vagem (cm). ⁽³⁾EPF, estatura de plantas (cm); NPF, número de plantas por hectare; NPer, número de perfilhos por metro quadrado; e F, massa de matéria seca de forragem (kg ha⁻¹). ⁽⁴⁾NPD, número de plantas por metro quadrado; e PD, massa de matéria seca das plantas daninhas (kg ha⁻¹). ⁽⁵⁾F+PD, massa de matéria seca das forragens adicionada à das plantas daninhas (kg ha⁻¹).

e *U. ruziziensis* (Figura 2). O aumento de cada quilograma na massa de forragem + plantas daninhas por hectare, foi responsável pela redução de 0,412 a 0,994 kg ha⁻¹ de grãos de soja. Apesar de a massa de matéria seca de forragem + plantas daninhas no cultivo soja + capim 'BRS Tamani' não ter diferido daquela de soja + *U. ruziziensis*, com valores próximos a 1.500 kg ha⁻¹, o rendimento médio de grãos da oleaginosa foi maior no primeiro consórcio (Tabelas 1 e 2).

Herbicidas pós-emergentes podem ser utilizados para minimizar a competição das forrageiras com a soja, e o uso de herbicidas secantes também é comum ao final do ciclo da oleaginosa, para facilitar a colheita

mecanizada (Cobucci & Portela, 2003; Kluthcouski & Aidar, 2003). Entretanto, estas medidas não foram empregadas no presente trabalho porque implicavam risco à sobrevivência das forrageiras (Silva et al., 2006), além de serem outra fonte de variação sem o devido controle, já que a tolerância dos genótipos aos herbicidas não é a mesma (Machado & Assis, 2010; Machado & Valle, 2011).

O prejuízo ao rendimento de grãos da soja está ligado à competição por recursos limitados, como água, luz e nutrientes. Na semeadura simultânea, há aumento da taxa de crescimento da forrageira a partir dos 50 dias após a emergência (DAE). Se, neste estágio, não for feita intervenção com herbicida, a

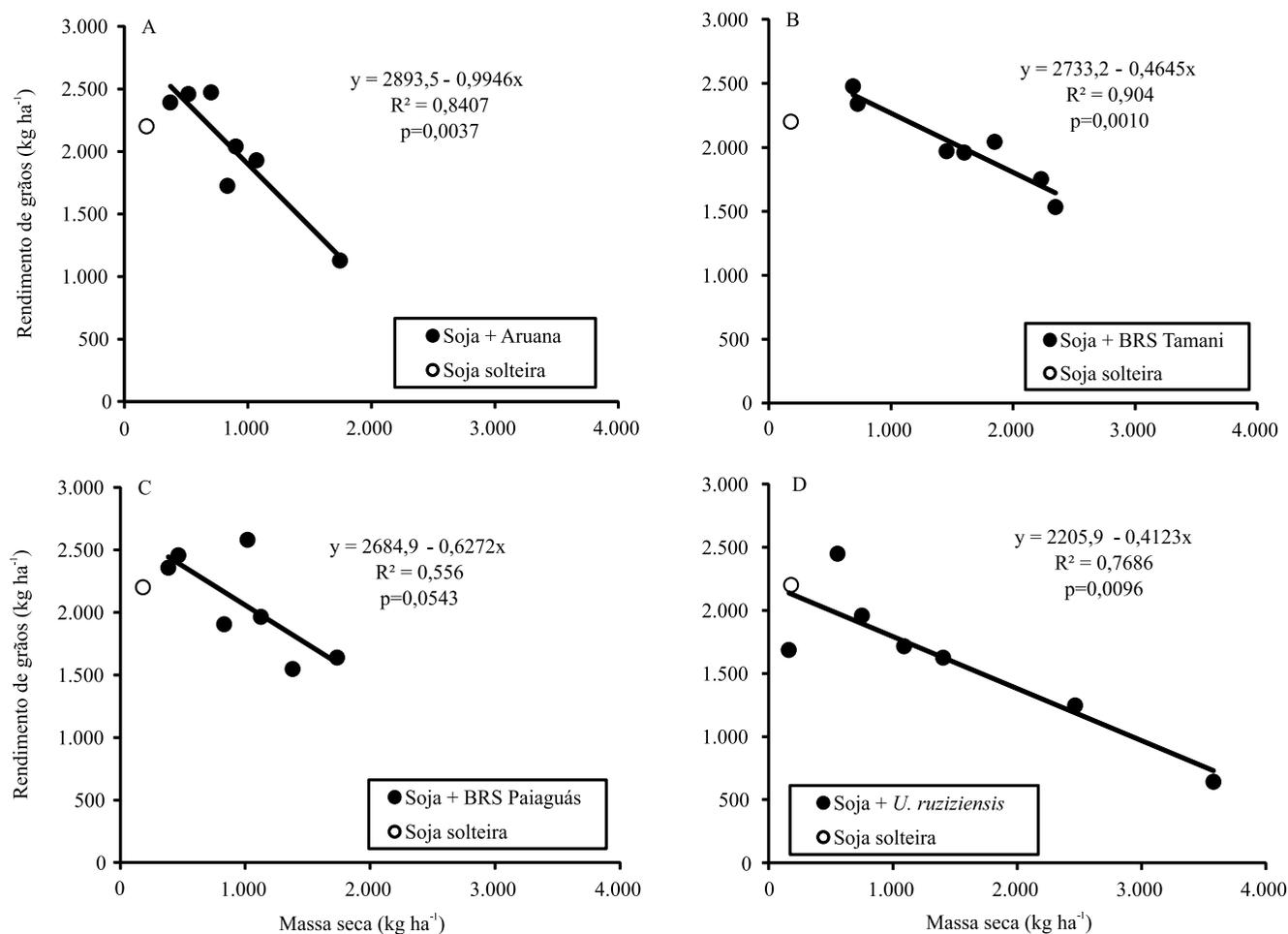


Figura 2. Rendimento de grãos de soja (*Glycine max*) em função da massa de matéria seca de plantas daninhas + forrageira, sob cultivo solteiro ou consorciado com as seguintes forrageiras, na safra 2012/2013: A, 'Aruana'; B, 'BRS Tamani'; C, 'BRS Paiaguás'; e D, *Urochloa ruziziensis*.

frrageira pode atingir o topo do dossel aos 80 DAE, aproximadamente, e competir pela radiação solar, com efeito significativo sobre o rendimento de grãos da cultura anual (Cobucci & Portela, 2003). Como no presente estudo a altura média da soja superou em muito a estatura média das frrageiras, descarta-se a possibilidade de as gramíneas terem competido por radiação solar (Tabela 2).

O rendimento de grãos aquém do esperado pode estar relacionado ao déficit hídrico observado nos anos de cultivo, com precipitações inferiores à média histórica em alguns períodos, especialmente na safra 2011/2012. Nos cultivos consorciados, há incremento da densidade de plantas e de área foliar, o que resulta em aumento da evapotranspiração e da demanda hídrica, que potencializam o efeito do déficit hídrico (Allen et al., 2006; Souza et al., 2012). Diferenças morfológicas e na capacidade de extração das frrageiras podem ter contribuído para competição por água entre as gramíneas e a soja. O sistema radicular fasciculado das gramíneas permite que as plantas explorem maior volume de solo e tenham maior capacidade de extração de água que uma planta com raiz pivotante, como a soja. Além disso, contribuem para o resultado a maior profundidade efetiva do sistema radicular das plantas frrageiras – de 1,0 a 1,5 m, em comparação a de 0,6 a 1,3 m da soja – e seu maior fator de depleção de água disponível – de 55 a 60%, em comparação ao da soja, de 50% (Allen et al., 2006).

Doses de herbicidas foram indicadas para aplicação nos consórcios com os capins 'MG5' e 'Aruana' (Silva et al., 2004; Concenco et al., 2014), em situações em que as frrageiras estiveram em vantagem competitiva em relação à soja, com semeadura simultânea. No entanto, como a tolerância aos herbicidas é variável entre as frrageiras, é necessário estudar os produtos e ajustar as doses para o controle do crescimento da gramínea, para que a produção de grãos de soja não seja comprometida.

Algumas características favoráveis ao consórcio chamam a atenção, como a presença de colmos curtos no capim 'BRS Tamani' e de colmos finos no capim 'BRS Paiaguás', os quais facilitam o acamamento. Plantas com essas características podem apresentar menor capacidade de competição por radiação solar, o que diminui o risco de prejuízos ao rendimento de grãos da soja.

Conclusões

1. O estabelecimento de frrageiras perenes das espécies *Megathyrsus maximus*, cultivares Aruana e BRS Tamani; *Urochloa brizantha*, cultivares Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás; *U. decumbens*; e *U. ruziziensis* em consórcio com soja (*Glycine max*) pode ser viável com o uso de época de semeadura defasada em relação à emergência da soja.

2. O capim 'BRS Tamani' é mais adequado para estabelecimento em consórcio com a soja, ao se considerar suas características morfológicas e seu baixo potencial de competição.

3. O consórcio de soja e frrageiras perenes contribui para supressão do crescimento de plantas daninhas.

Referências

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Rome: FAO, 2006. 298p. (Estudio FAO Riego y Drenaje, 56).
- CAMPOS, K.C. Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.5, p.303-328, 2007.
- COBUCCI, T.; PORTELA, C.M. de O. Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.443-458.
- CONCENCO, G.; MACHADO, L.A.Z.; GALON, L.; CORREIA, I.V.T.; SANTOS, S.A. dos; PALHARINI, W.G. Supressão química do crescimento de *Panicum maximum* cv. aruana cultivado em consórcio com a cultura da soja. **Agrarian**, v.7, p.176-188, 2014.
- CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P.; NASCENTE, A.S.; MARTINS, P.O.; BORGHI, E.; PARIZ, C.M. An innovative crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal**, v.104, p.1085-1095, 2012. DOI: 10.2134/agronj2012.0002.
- CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; MATEUS, G.P.; PARIZ, C.M.; MARTINS, P.O.; BORGHI, E. Intercropping soybean and palisade grass for enhanced land use efficiency and revenue in a no till system. **European Journal of Agronomy**, v.58, p.53-62, 2014. DOI: 10.1016/j.eja.2014.05.001.
- DUARTE, J.M.; PÉREZ, H.E.; PEZO, D.A.; ARZE, J.; ROMERO, F.; ARGEL, P.J. Producción de maíz (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* L.) y caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sembrados en asociación con gramíneas en el trópico húmedo. **Pasturas Tropicales**, v.17, p.12-19, 1995.
- FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. de O. Intercropping of soybean cultivars with *Urochloa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, p.119-126, 2014. DOI: 10.1590/S1983-40632014000200007.

- IKEDA, F.S. **Interação entre as culturas de soja e milho com cultivares do gênero *Urochloa* P. Beauv. em consórcio e interferência de plantas daninhas nos sistemas**. 2010. 162p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. DOI: 10.11606/T.11.2010.tde-09022011-162325.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.407-442.
- LITHOURGIDIS, A.S.; DORDAS, C.A.; DAMALAS, C.A.; VLACHOSTERGIOS, D.N. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. **Australian Journal of Crop Science**, v.5, p.396-410, 2011.
- MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.415-422, 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000400010.
- MACHADO, L.A.Z.; VALLE, C.B. do. Desempenho agrônomo de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1454-1462, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001100006.
- MARIANI, F.; FONTANELI, R.S.; VARGAS, L.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. Estabelecimento de gramíneas forrageiras tropicais perenes simultaneamente com as culturas de milho e soja no Norte do RS. **Ciência Rural**, v.42, p.1471-1476, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000800023.
- MATA, J.F.; ERASMO, E.A.L.; SIEBENEICHLER, S.C.; SARAIVA, A. de S.; GONÇALVES, R.C. Análise de crescimento da Brachiária em diferentes densidades e épocas de semeadura em consórcio com a cultura da soja. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.4, p.7-30, 2011. DOI: 10.5777/paet.v4.n3.01.
- PEREIRA, R.G.; ALBUQUERQUE, A.W. de; SOUZA, R. de O.; SILVA, A.D. da; SANTOS, J.P.A. dos; BARROS, E. da S.; MEDEIROS, P.V.Q. de. Sistemas de manejo do solo: soja [*Glycine max* (L.)] consorciada com *Brachiaria decumbens* (STAPF). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.44-51, 2011. DOI: 10.5216/pat.v41i1.6981.
- PINTO, H.S.; AVILA, A.M.H. de; CARDOSO, A. O. Challenges to increased soybean production in Brazil. In: BOARD, J.E. (Ed.). **A comprehensive survey of international soybean research – genetics, physiology, agronomy and nitrogen relationships**. Rijeka: InTech, 2013. DOI: 10.5772/52647.
- R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<http://r-project.org>>. Acesso em: 30 ago. 2016.
- RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2015/2016, em Mato do Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 13p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 202).
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- SARAIVA, A.S.; DORNELAS, B.F.; SILVA, J.I.C.; ERASMO, E.A.L.; DORNELAS, D.F.; MATA, J.F.; SARMENTO, R.A. Soja M-8527 RR consorciada com braquiária piatã em diferentes densidades e épocas de semeadura. **Planta Daninha**, v.32, p.497-505, 2014. DOI: 10.1590/S0100-83582014000300005.
- SARAIVA, A.S.; ERASMO, E.A.L.; MATA, J.F.; DORNELAS, B.F.; DORNELAS, D.F.; SILVA, J.I.C. Density and sowing season of two *Brachiaria* species on the soybean culture. **Planta Daninha**, v.31, p.569-576, 2013. DOI: 10.1590/S0100-83582013000300009.
- SILVA, A.C. da; FREITAS, F.C.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, R.S. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de gramínicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.37-42, 2006. DOI: 10.1590/S0100-204X2006000100006.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A. da; FREITAS, R.S.; MAURO, A. Épocas de emergência de *Brachiaria brizantha* no desenvolvimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.35, p.769-775, 2005a. DOI: 10.1590/S0103-84782005000400003.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; PAIVA, T.W.B.; SEDIYAMA, C.S. Efeitos de doses reduzidas de Fluazifop-P-Butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v.22, p.429-435, 2004.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A. da; BELO, A.F.; SEDIYAMA, C.S. Caracteres morfológicos de soja e braquiária consorciadas sob subdoses de fluazifop-p-butil. **Ciência Rural**, v.35, p.277-283, 2005b. DOI: 10.1590/S0103-84782005000200005.
- SOUZA, A.P. de; LIMA, M.E. de; CARVALHO, D.F. de. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do milho em monocultivo e em consórcio com a mucuna-cinza, usando lisímetros de pesagem. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.142-149, 2012. DOI: 10.5039/agraria.v7i1a802.
- VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistema de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1127-1138, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000003.
- ZIMMER, A.H.; PIMENTEL, D.M.; VALLE, C.B. do; SEIFFERT, N.F. **Aspectos práticos ligados a formação de pastagens**. Segunda reimpressão. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1987. 42p. (EMBRAPA-CNPGC. Circular técnica, 12). Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/bovinodecorte/ct/ct12/ct12.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2015.