

AValiação Bioeconômica do Consórcio de Sorgo com Diferentes Espécies Forrageiras para Sistema de Integração Lavoura-Pecuária em Nova Porteirinha, MG¹

RODRIGO DE ANDRADE FERRAZZA², MARCOS AURÉLIO LOPES^{3*}, CARLOS JULIANO BRANT ALBUQUERQUE⁴

¹Recebido para publicação em 28/01/2016. Aceito para publicação em 14/06/2016.

²Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, SP, Brasil.

³Universidade Federal de Lavras, Departamento de Medicina Veterinária, Lavras, MG, Brasil.

⁴Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG, Brasil.

*Autor correspondente: malopes@dmv.ufla.br

RESUMO: Esta pesquisa foi conduzida com o intuito de avaliar a viabilidade bioeconômica do consórcio de sorgo com diferentes espécies forrageiras para o sistema de integração lavoura pecuária (iLP) no município de Nova Porteirinha, MG. No primeiro ano do experimento, foram semeadas sete espécies de gramíneas em consórcio com o sorgo para formação da pastagem, além do sorgo solteiro, em dois espaçamentos (40 e 80 cm), definindo os dezesseis tratamentos: a) *Brachiaria decumbens* + sorgo; b) *B. brizantha* + sorgo; c) *B. ruziziensis* + sorgo; d) *Cenchrus ciliaris* cv. Áridus + sorgo; e) *C. ciliaris* cv. 131 + sorgo; f) *Panicum maximum* + sorgo; g) *Andropogon gayanus* + sorgo; h) Sorgo solteiro. No segundo ano agrícola, as forragens foram previamente dessecadas para o plantio direto do sorgo. Os indicadores de eficiência econômica utilizados foram *Payback* Simples, *Payback* Descontado, Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e relação Benefício/Custo. Foram observadas diferenças ($P < 0,01$) para o efeito dos consórcios, espaçamentos e interação consórcios x espaçamentos para produtividade do sorgo. Foram constatadas diferenças significativas para o efeito dos consórcios ($P < 0,01$), espaçamentos ($P < 0,01$) e interação consórcios x espaçamentos ($P < 0,05$) para produtividade de matéria seca da forragem. Dos quatorze tratamentos para os sistemas iLP analisados, seis apresentaram maior viabilidade econômica e atratividade quando comparado ao sorgo solteiro. O consórcio mais recomendado foi sorgo cultivado com *B. ruziziensis* e *B. brizantha*, para os espaçamentos 80 cm e 40 cm, respectivamente, devido à elevada produtividade e ao baixo valor da implantação da pastagem.

Palavras-chave: bovinocultura de corte, grãos, semiárido, *Sorghum bicolor* L., tomada de decisão.

BIOECONOMIC EVALUATION OF A SORGHUM CONSORTIUM WITH DIFFERENT FORAGE SPECIES FOR AN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEM IN NOVA PORTEIRINHA, MG

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the bioeconomic feasibility of a consortium of sorghum and different forage species for an integrated crop-livestock production system (ICLS) in the municipality of Nova Porteirinha, MG. In the first year of the experiment, seven grass species were sewn together with sorghum for pasture formation, in addition to sorghum alone, at two spacings (40 and 80 cm), defining 16 treatments: a) *Brachiaria decumbens* + sorghum; b) *B. brizantha* + sorghum; c) *B. ruziziensis* + sorghum; d) *Cenchrus ciliaris* cv. Áridus + sorghum; e) *C. ciliaris* cv. 131 + sorghum; f) *Panicum maximum* + sorghum; g) *Andropogon gayanus* + sorghum; h) sorghum alone. In the second agricultural year, the forages were previously removed for direct seeding of sorghum. The economic efficiency indicators used were simple payback, discounted payback, net present value, internal rate of return, and benefit-cost ratio. Significant differences ($P < 0.01$) were observed for the effect of consortium, spacing and the interaction consortium x spacing on

sorghum productivity. There were significant differences for the effect of consortium ($P < 0.01$), spacing ($P < 0.01$) and interaction consortium x spacing ($P < 0.05$) on dry matter productivity of the forage. Six of the 14 treatments analyzed for the ICLS exhibited greater economic feasibility and attractiveness when compared to sorghum alone. The most recommended consortium was sorghum grown with *B. ruziziensis* and *B. brizantha* at spacings of 80 and 40 cm, respectively, due to its high productivity and low cost of pasture implantation.

Keywords: beef cattle farming, crops, semiarid, Sorghum bicolor L., decision-making.

INTRODUÇÃO

A mesorregião Norte de Minas Gerais tem 120.000 km², correspondente a 20,7% da área total do estado. Nela, há diversidades físicas bem marcantes, sendo a restrição hídrica acentuada uma característica homogênea, o que a torna a de maior grau de acidez de Minas Gerais. Esta condição é favorável ao cultivo do sorgo, uma vez que essa espécie pode substituir o milho na alimentação de ruminantes, aves e suínos em regiões com limitação hídrica e temperaturas elevadas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011a).

A integração lavoura-pecuária (iLP) pode ser definida como a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema sinérgico em que há benefícios para ambas (ALVARENGA *et al.*, 2006). Neste conceito, a utilização do consórcio de culturas anuais com forrageiras pode ser preconizada na formação e na reforma de pastagens, na produção de forragem para alimentação animal na entressafra e, também, para confinamento de bovinos, bem como na obtenção de cobertura morta para plantio direto de culturas (KLUTHCOUSKI e AIDAR, 2003). A combinação de espécies anuais e perenes reflete um efeito sinérgico na produtividade e nos atributos do solo, o que resulta na utilização mais eficiente dos nutrientes disponíveis, melhorias das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, reduzindo os riscos econômicos que derivam da exploração isolada das espécies (KONDO *et al.*, 2012).

Devido à interação entre os diversos componentes deste moderno sistema de produção agropecuária, a sua adoção e o investimento devem passar, essencialmente, pelo planejamento e análise de viabilidade econômico-financeira. Portanto, o estudo das melhores alternativas de consórcio do sorgo com diferentes espécies forrageiras e arranjos estruturais em sistema de iLP, norteada pelos indicadores de eficiência econômica de médio a longo prazo, disponibiliza dados para a

minimização de custos e a implementação de ações gerenciais que contribuem de forma decisiva para a sustentabilidade do empreendimento.

Em virtude do potencial que a região semiárida apresenta para exploração da agropecuária, algumas pesquisas estão sendo desenvolvidas visando à recuperação e exploração de áreas degradadas, por meio da integração da lavoura com a pecuária e exploração dos recursos naturais de maneira racional e sustentável. A despeito da importância do assunto e da diversidade de combinações de diferentes espécies vegetais, observa-se escassez de informações quanto à perspectiva econômica, o que motivou a realização desta pesquisa.

Diante disso, objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar a viabilidade bioeconômica do consórcio de sorgo com diferentes espécies forrageiras para o sistema de iLP, discutindo suas vantagens e limitações, visando fornecer aos técnicos e pecuaristas informações que os auxiliem no processo de tomada de decisões.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no campo experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Nova Porteirinha, MG, Brasil. No primeiro ano do experimento, em dezembro de 2009, foram semeadas sete espécies de gramíneas em consórcio com o sorgo para formação da pastagem, além do sorgo (*Sorghum bicolor* L.) solteiro (testemunha), em dois espaçamentos (40 e 80cm), definindo os dezesseis tratamentos: a) *Brachiaria decumbens* + sorgo; b) *B. brizantha* + sorgo; c) *B. ruziziensis* + sorgo; d) *Cenchrus ciliaris* cv. Áridus + sorgo; e) *C. ciliaris* cv. 131 + sorgo; f) *Panicum maximum* + sorgo; g) *Andropogon gayanus* + sorgo; h) Sorgo solteiro. O plantio foi convencional, sendo inicialmente realizada a descompactação e correção da fertilidade do solo. As sementes das forrageiras foram misturadas com o adubo na ocasião do plantio do sorgo. Utilizou-se densidade de 140 mil plantas/ha para a cultura do sorgo granífero.

Adotou-se a quantidade de 420 pontos de valor cultural/ha para as sementes das forrageiras. As parcelas foram constituídas de seis linhas de cinco metros nos respectivos espaçamentos. Realizaram-se pulverizações, quando necessário, com o produto a base de Deltrametrina 25CE, na dosagem de 200 mL/ha para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Com base na análise de solo, foi realizada apenas uma adubação de cobertura com 80kg/ha de K₂O e 90kg/ha de N. Para o controle de plantas daninhas foi utilizado, na pós-emergência, o herbicida a base de atrazina, na dosagem de 2 L/ha do produto comercial. Aos sete meses, após a semeadura consorciada (julho/2010), foi simulado o pastejo diferido dos animais.

No segundo ano agrícola, em dezembro de 2010, por ocasião da semeadura direta do sorgo, as forragens existentes na área experimental foram previamente dessecadas com 5 L/ha de glyphosato. O plantio foi realizado com semeadora padronizando-se a profundidade das sementes a 2 cm da superfície do solo em todos os tratamentos. Repetiram-se os mesmos tratos culturais e adubações realizados na abertura da área quando as forrageiras foram consorciadas com o sorgo.

O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas por quatro linhas de cinco metros. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

Os dados produtivos e econômicos foram inicialmente digitados e armazenados em banco de dados do MS Excel®. Posteriormente, o custo de produção foi estimado com base nos valores do mercado regional vigente na época do estudo, sendo composto por: despesas com operações mecanizadas, mão de obra e insumos. As receitas obtidas foram estimadas por meio da venda de grãos e aluguel de pastagens. A média de preço real registrada no período para o sorgo foi de R\$0,30/kg e do aluguel de pastagens foi de R\$20,00/UA/mês. Para melhor padronização e com intuito de aumentar a habilidade para comparação dos diferentes tratamentos, a capacidade de suporte da pastagem foi calculada considerando-se animais de 450 kg (1UA) consumindo 1,5% do seu peso vivo em matéria seca da forragem. Foram considerados os seguintes fatores para projeção do fluxo de caixa do sistema iLP: horizonte temporal definido de 10 anos; taxa de desconto (ou taxa mínima de atratividade) de 6% ao ano, que corresponde, aproximadamente,

à taxa de juros da caderneta de poupança; e método de depreciação linear para representar o custo necessário para substituir os bens empregados na atividade devido ao desgaste físico ou econômico, sendo expresso por: $D = \frac{Vn - Vf}{Vu}$, em que: Vn é o valor do recurso novo; Vf é o valor final do bem; e Vu indica a vida útil do bem utilizado na atividade (HOFFMANN *et al.*, 1981). Os itens depreciados foram aqueles referentes ao investimento na formação da pastagem (LOPES *et al.*, 2013).

A partir da elaboração do fluxo de caixa, a viabilidade econômica foi determinada pela subtração entre a receita total e o custo operacional total. Os indicadores de eficiência econômica geralmente abrangidos na análise financeira e utilizados neste estudo foram *Payback* Simples (PBS), referente ao período de tempo necessário para que o capital investido inicialmente no projeto seja recuperado; *Payback* Descontado (PBD), referente ao período de tempo necessário para que o capital investido inicialmente no projeto seja recuperado e remunerado pela taxa de desconto considerada; Valor Presente Líquido (VPL), referente à soma das contribuições ao longo do projeto, descontada uma taxa que represente o custo do capital no tempo, tendo como finalidade determinar um valor no instante considerado inicial; Taxa Interna de Retorno (TIR), referente à taxa de desconto que iguala o VPL de um projeto a zero, sendo a taxa composta que o projeto pode gerar; e relação Benefício/Custo (B/C), referente à razão entre receita e despesa que permite obter o retorno do investimento por unidade monetária investida, descontado o valor do dinheiro no tempo a uma taxa de desconto predeterminada (Buarque, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produtividade do sorgo encontram-se descritos na Tabela 1. Foram constatadas diferenças ($P < 0,01$) para o efeito dos consórcios, espaçamentos e interação consórcios x espaçamentos. Essa constatação corrobora com os resultados obtidos no estudo de MACEDO e ZIMMER (1990) no consórcio de milho com braquiária, evidenciando a importância da escolha da melhor forrageira também para o consórcio com o sorgo. As diferentes produtividades relatadas no presente estudo podem ter sido em decorrência das diferentes taxas de crescimento e desenvolvimento das forragens, além dos diferentes arranjos de plantas proporcionados pelos espaçamentos. As espécies

Tabela 1. Produtividade de grãos dos diferentes tratamentos em função do espaçamento adotado

Tratamento	Produtividade de grãos (t/ha)	
	Espaçamento 40 cm	Espaçamento 80 cm
<i>Panicum maximum</i> + sorgo	1,30 dA	0,34 eB
<i>Brachiaria decumbens</i> + sorgo	1,12 eB	1,96 cA
<i>Brachiaria brizantha</i> + sorgo	2,14 cA	1,97 cB
<i>Andropogon gayanus</i> + sorgo	1,31 dB	3,05 aA
<i>Brachiaria ruziziensis</i> + sorgo	2,18 cB	3,05 aA
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Aridus + sorgo	3,30 aA	1,65 dB
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. 131+ sorgo	2,12 cA	1,61 dB
Sorgo solteiro	3,07 bA	2,19 bB
Média	2,08	1,99

Médias com mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott. Médias com mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

forrageiras com crescimento mais rápido, como a *B. decumbens* e o *P. maximum*, para os espaçamentos 40 cm e 80 cm, respectivamente, prejudicaram o estabelecimento inicial do cereal, provocando menor rendimento de grãos. Tais resultados se assemelham ao relatado por ALBUQUERQUE *et al.* (2013), em que várias forrageiras, quando semeadas na mesma data do plantio do sorgo, ocasionaram redução da produtividade de grãos. Com o intuito de preceder tal condição, ALBUQUERQUE *et al.* (2011b) sugeriram que a competição de forrageiras em consórcio com o sorgo pode ser anulada com a semeadura na ocasião da adubação de cobertura, período em que o sorgo já apresenta seis folhas totalmente expandidas e tem maior capacidade de competir com as forrageiras em consórcio. ALBUQUERQUE *et al.* (2014) ressaltaram que o uso de subdoses de herbicidas pós-emergentes não tem efeito no consórcio do sorgo com forrageiras, pois apenas herbicidas a base de atrazina são indicados para esse cereal.

A produtividade do sorgo solteiro foi de 3,07t/ha no espaçamento de 40 cm e 2,19t/ha no espaçamento de 80 cm. Resultados semelhantes foram observados por ALBUQUERQUE *et al.* (2011a), em que as maiores produtividades também foram constatadas nos menores espaçamentos do sorgo solteiro. Entre as práticas culturais empregadas para a obtenção de maior produção, a escolha da densidade ideal de semeadura e espaçamento entre linhas são algumas das mais importantes. Em trabalhos nos quais se avaliou o sorgo granífero semeado em diferentes arranjos de plantas com menores espaçamentos e maiores densidades

foram obtidas maiores produtividades de grãos (MEIRA *et al.*, 1977; ALBUQUERQUE *et al.*, 2011a). Em contrapartida, BAUMHARDT e HOWELL (2006) não constataram influência da população de plantas na produtividade de grãos em área de sequeiro, sendo a produtividade também aumentada nos menores espaçamentos.

Foram constatadas diferenças significativas para o efeito dos consórcios ($P < 0,01$), espaçamentos ($P < 0,01$) e interação consórcios x espaçamentos ($P < 0,05$) para produtividade de matéria seca da forragem. Já era esperado o efeito significativo dos consórcios para produtividade de matéria seca da forragem, pois as diferentes espécies de forrageiras não apresentam a mesma taxa de crescimento e desenvolvimento. As maiores produtividades da forragem possibilitaram maiores capacidades de suporte e, conseqüentemente, maiores receitas brutas nos tratamentos *B. brizantha* e *P. maximum*, independente do espaçamento. Para os consórcios avaliados, a capacidade de suporte da pastagem variou de 2,61UA/ano a 25,97UA/ano (Tabela 2).

Os consórcios *B. brizantha* e *P. maximum* com sorgo favoreceram maiores produtividades de matéria seca para os espaçamentos 40 cm e 80 cm, respectivamente (Tabela 2). Observou-se, entretanto, que apesar do elevado potencial produtivo de matéria seca do *P. maximum*, o crescimento foi superior ao sorgo granífero, o que pode ser considerada uma característica limitante, pois pode inviabilizar a colheita mecanizada dos grãos do sorgo e dificultar a colheita manual. As demais forrageiras apresentaram porte adequado para qualquer tipo de colheita. As potencialidades

Tabela 2. Produtividade de matéria seca de forragem dos diferentes tratamentos em função do espaçamento adotado

Tratamento	Espaçamento 40 cm		Espaçamento 80 cm	
	Matéria Seca forragem (t/ha)	Animais (UA ¹ /ano)	Matéria Seca forragem (t/ha)	Animais (UA ¹ /ano)
<i>Panicum maximum</i> + sorgo	4,69Aa	23,16	3,12aB	15,40
<i>Brachiaria decumbens</i> + sorgo	3,77bA	18,61	2,51bB	12,39
<i>Brachiaria brizantha</i> + sorgo	5,26aA	25,97	3,51aB	17,33
<i>Andropogon gayanus</i> + sorgo	2,00cA	9,87	1,34cA	6,61
<i>Brachiaria ruziziensis</i> + sorgo	3,98bA	19,65	2,65bB	13,08
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Áridus + sorgo	0,80dA	3,95	0,53dA	2,61
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. 131 + sorgo	1,14dA	5,62	0,76dA	3,75
Média	3,09	15,26	2,06	10,17

¹Unidade animal=450kg.

Médias com mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott. Médias com a mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de F, a 1% de probabilidade.

do uso de forrageiras para formação de cobertura seca no plantio direto vêm sendo evidenciado por diversos autores. Os resíduos de gramíneas, quando adicionados à superfície do solo, apresentam decomposição mais lenta, quando comparado com leguminosas e crucíferas (AMADO *et al.*, 2002). Isso ocorre devido à alta relação C/N das gramíneas e, em muitos casos, a reduzida disponibilidade de N mineral do solo. Por outro lado, SALTON *et al.* (2001) relataram que o sistema radicular das forrageiras explora volume maior de solo e recicla maior quantidade de nutrientes. Além disso, aumenta a atividade biológica do solo, favorece a elevação do teor de matéria orgânica e reduz a erosão. Especificamente, o gênero *Braquiária* possui algumas características em comum, como a relativa resistência a condição de seca e a grande taxa de perfilhamento, o que proporciona maior desenvolvimento de sua parte vegetativa gerando grandes taxas de produção de forragem e palhada. Semelhantemente ao gênero *Brachiaria*, o *Andropogon gayanus* também apresentou bons resultados. De acordo com GARCIA *et al.* (2004), *A. gayanus* é de estabelecimento relativamente lento, altamente produtivo e de fácil consorciação, além de sua alta tolerância ao estresse hídrico devido ao seu sistema radicular profundo.

As despesas para o preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita do sorgo nos dois anos agrícolas (2009/10 e 2010/11), bem como o custo operacional efetivo de produção estão especificados na Tabela 3. É importante salientar que foram consideradas elevadas doses de adubo, pois o solo estava em fase de construção de fertilidade, o que colaborou para o incremento do custo de produção. Além disso, ressalta-se que a localidade onde o

Tabela 3. Custos operacionais efetivos para preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita do sorgo nos dois anos agrícolas (2009/10 e 2010/11)

Item	Valor (R\$/ha)
Análise de solo	40,00
Adubos diversos	720,00
Inseticida	30,00
Herbicida	80,00
Semente de sorgo	120,00
Aração	180,00
Gradagem	175,00
Dessecação	36,00
Plantio	140,00
Colheita	140,00
Tratos culturais	300,00
Total	1.961,00

experimento foi conduzido não tem tradição na produção de grãos acarretando elevação dos preços dos insumos, quando comparados com outras localidades tradicionais em cereais.

As receitas apuradas foram estimadas considerando-se o preço da saca de sorgo praticado na região na época do estudo (R\$0,30/kg), além da possibilidade de arrendamento do pasto. As receitas variaram em função do tratamento adotado, de maneira que as maiores produtividades foram responsáveis pelas maiores receitas. O valor das sementes forrageiras proporcionou maior custo operacional efetivo no sistema consorciado quando comparado com o solteiro, o que já era esperado. O custo de implantação da lavoura do sorgo solteiro

(plantio convencional) foi de R\$1.961,00. Já quando considerado o valor de implantação da pastagem, por meio da depreciação anual das sementes forrageiras, o custo operacional total variou de R\$1.965,50 a R\$1.993,60 (Tabela 4).

Na Tabela 5 são apresentados os resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* Simples (PBS), *Payback* Descontado (PBD) e relação Benefício/Custo (B/C). O VPL indica o nível de atratividade de um projeto e é expresso em moeda local, sendo o critério mais rigoroso e isento de falhas técnicas (CONTADOR, 1998). No presente estudo, o VPL obtido para onze dos dezesseis tratamentos avaliados foi negativo, como por exemplo, no consórcio de *A. gayanus* com sorgo em espaçamento de 40 cm, o que significa que o investimento não foi atrativo ao custo do capital de 6% ao ano. Já nos casos em que o VPL foi positivo, significa melhor rentabilidade para a atividade e sinaliza que o investimento pode ser interessante. Os melhores resultados foram obtidos nos consórcios *B. ruzizienses* e *B. brizantha* com sorgo para os espaçamentos 80 cm e 40 cm, respectivamente. A baixa eficiência econômica apresentada por alguns dos tratamentos pode ser explicada devido ao elevado preço dos insumos, ao nível de degradação da área e à baixa produtividade do sorgo em decorrência da escassez de água em regiões do semiárido.

A TIR representa a taxa de retorno do investimento que iguala o VPL a zero, sendo uma das técnicas mais usadas para julgar a atratividade relativa das opções de investimento (Ross, 2007). Como critério de decisão, se a TIR for maior que o custo de oportunidade do capital, aceita-se o projeto; porém se for menor, o mesmo deve ser rejeitado. Os resultados obtidos para TIR no presente estudo demonstraram que cinco dos tratamentos avaliados foram maiores que a taxa de desconto considerada de 6% a.a., viabilizando essas alternativas de investimento. A TIR do tratamento *B. ruzizienses* + sorgo 80 cm foi de 29,16% a.a. e, portanto, superior e preferível aos demais tratamentos avaliados (Tabela 5).

O *payback* pode ser utilizado como referência do tempo de recuperação do capital investido (NORONHA, 1987), de forma que, quanto mais alongado o prazo de retorno do investimento, mais exposto às incertezas do mercado e menos interessante ele se torna para o investidor. A liquidez dos tratamentos obtida por meio do PBS, é ilustrada na Figura 1. O capital inicial investido para a exploração dos sete tratamentos avaliados foi, aproximadamente, R\$1.100,00 por hectare. Entre os tratamentos avaliados, o consórcio de *B. ruzizienses* com sorgo em espaçamento de 80 cm teve o menor tempo de recuperação do capital investido (3,35 anos) e, conseqüentemente, maior liquidez. O

Tabela 4. Análise bioeconômica, em R\$/ha

Tratamento	Receita total (A)	Custo operacional total (B)	Margem líquida (A-B)
<i>Andropogon gayanus</i> + sorgo 40 cm	1.180,80	1.965,50	-784,70
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Aridus + sorgo 40 cm	2.138,00	1.970,60	167,40
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. 131 + sorgo 40 cm	1.496,80	1.971,08	-474,28
<i>Braquiária decumbens</i> + sorgo 40 cm	1.422,40	1.993,60	-571,20
<i>Braquiária brizantha</i> + sorgo 40 cm	2.322,80	1.981,40	341,40
<i>Braquiária ruzizienses</i> + sorgo 40 cm	2.094,00	1.981,00	113,00
<i>Panicum maximum</i> + sorgo 40 cm	1.706,40	1.973,56	-267,16
Sorgo solteiro 40 cm	1.842,00	1.961,00	-119,00
<i>Andropogon gayanus</i> + sorgo 80 cm	2.094,40	1.965,50	128,90
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Aridus + sorgo 80 cm	1.094,40	1.970,60	-876,20
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. 131 + sorgo 80 cm	1.116,00	1.971,08	-855,08
<i>Braquiária decumbens</i> + sorgo 80 cm	1.671,60	1.993,60	-322,00
<i>Braquiária brizantha</i> + sorgo 80 cm	1.875,20	1.981,40	-106,20
<i>Braquiária ruzizienses</i> + sorgo 80 cm	2.353,20	1.981,00	372,20
<i>Panicum maximum</i> + sorgo 80 cm	820,00	1.973,56	-1.153,56
Sorgo solteiro 80 cm	1.314,00	1.961,00	-647,00

Tabela 5. Indicadores de avaliação de viabilidade econômico-financeira

Tratamento	VPL ¹ (R\$)	TIR ² (%)	PBS ³ (ano)	PBD ⁴ (ano)	B/C ⁵
<i>Andropogon gayanus</i> + sorgo 40 cm	-2.668,31	*	*	*	-1,89
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Aridus + sorgo 40 cm	832,91	19,01	4,56	4,86	2,42
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. 131 + sorgo 40 cm	-1.528,75	*	*	*	-0,49
<i>Braquiária decumbens</i> + sorgo 40 cm	-1.896,67	*	*	*	-0,91
<i>Braquiária brizantha</i> + sorgo 40 cm	1.467,83	27,66	3,52	3,75	3,19
<i>Braquiária ruzizienses</i> + sorgo 40 cm	627,51	15,97	4,00	5,29	2,16
<i>Panicum maximum</i> + sorgo 40 cm	-767,77	*	*	*	0,45
Sorgo solteiro 40 cm	-216,26	2,04	9,00	9,60	1,13
<i>Andropogon gayanus</i> + sorgo 80 cm	693,77	17,01	4,94	5,06	2,25
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Aridus+ sorgo 80 cm	-3.007,59	*	*	*	-2,30
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. 131 + sorgo 80 cm	-2.930,11	*	*	*	-2,21
<i>Braquiária decumbens</i> + sorgo 80 cm	-979,61	*	*	*	0,20
<i>Braquiária brizantha</i> + sorgo 80 cm	-179,35	2,77	8,81	9,19	1,17
<i>Braquiária ruzizienses</i> + sorgo 80 cm	1.581,38	29,16	3,35	3,57	3,33
<i>Panicum maximum</i> + sorgo 80 cm	-4.029,77	*	*	*	-3,55
Sorgo solteiro 80 cm	-2.159,32	*	*	*	-1,27

¹VPL: Valor Presente Líquido. ²TIR: Taxa Interna de Retorno. ³PBS: Payback Simples. ⁴PBD: Payback Descontado. ⁵B/C: Relação Benefício/Custo. *Não foi possível ser estimado, pois o valor da receita total foi inferior ao custo operacional total resultando em fluxos de caixa negativos.

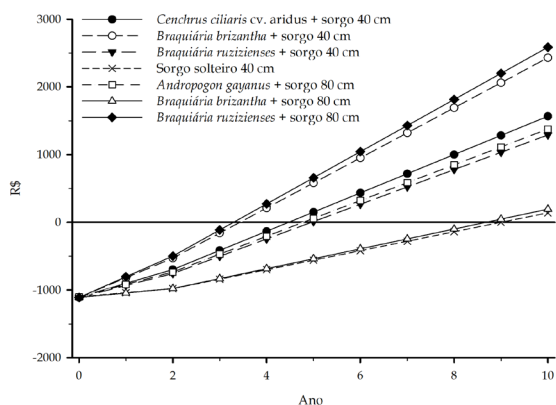


Figura 1. Representação gráfica do Payback Simples (PBS) dos tratamentos cuja remuneração do investimento foi positiva.

período de recuperação do investimento também pode ser estimado considerando o custo do capital, nesse caso à taxa de 6% ao ano, obtido por meio do PBD. Esse indicador apresenta como vantagem ao PBS, a inclusão da taxa de desconto, que representa o custo de oportunidade do capital investido. Dessa forma, as alternativas apresentaram a recuperação do capital investido em períodos maiores que os constatados com o Payback Simples. No caso do

PBD, o tratamento *B. ruzizienses* + sorgo 80 cm também apresentou a maior liquidez em relação aos demais tratamentos (Tabela 5).

A relação B/C indica quantas unidades de benefício são adquiridas para cada unidade de custo do projeto (BUARQUE, 1984) e pode ser utilizado como ferramenta auxiliar na tomada de decisão. Um projeto é considerado viável quando apresenta relação B/C superior a um, pois isso representa geração de riqueza. O indicador B/C dos tratamentos avaliados, descrito na Tabela 5, demonstrou viabilidade para sete deles. Ou seja, no caso do tratamento *B. ruzizienses* + sorgo 80 cm, por exemplo, cada R\$1,00 investido gera um retorno de R\$3,33.

Em trabalhos de MARTHA JÚNIOR *et al.* (2009), LAZZAROTTO *et al.* (2009) e GARCIA *et al.* (2012) foram demonstradas vantagens econômicas dos sistemas de iLP sobre os tradicionais contínuos. Entretanto, a maioria desses estudos foram conduzidos em regiões com melhores condições climáticas ou em situações em que as cadeias produtivas de cereais com valor de mercado superior ao sorgo, como por exemplo, milho e soja, já estavam consolidadas. Na presente pesquisa, apesar dos resultados desfavoráveis obtidos para alguns dos tratamentos, é importante considerar os ganhos indiretos

associados com o consórcio não abrangidos pelo estudo, os quais incluem a melhoria das qualidades química, física e biológica do solo, otimização dos recursos de produção imobilizados na propriedade, como terra e máquinas, diminuição da demanda por fertilizantes, uso dos princípios de manejo integrado de doenças e pragas e redução da pressão para abertura de novas áreas agrícolas (MACHADO *et al.*, 2011). Além disso, a iLP pode também ter efeito favorável sobre a redução do risco de produção e de preço pela diversificação de atividades (MARTHA JÚNIOR *et al.*, 2011). Por outro lado, a alta demanda por capital desse sistema aumenta o risco financeiro do empreendimento.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que dos quatorze sistemas iLP avaliados neste estudo, seis apresentaram maior viabilidade econômica e atratividade quando comparado ao sorgo solteiro. Os diferentes espaçamentos de plantio do sorgo e forrageiras utilizadas na formação da cobertura vegetal do sistema iLP afetaram a produtividade de grãos do sorgo. Pela análise dos coeficientes dos indicadores de viabilidade econômica-financeira Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* Simples (PBS), *Payback* Descontado (PBD) e relação Benefício Custo (B/C) constatou-se que o consórcio mais recomendado foi sorgo cultivado com *B. ruziziensis* e *B. brizantha*, para os espaçamentos 80 cm e 40 cm, respectivamente, devido à elevada produtividade e ao baixo valor da implantação da pastagem. Esses resultados sugerem a necessidade de estudos em sistemas iLP na região semiárida, ressaltando a importância dos resultados econômicos como norteadores para o planejamento e a tomada de decisão do produtor rural.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio recebido para a realização desta pesquisa e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C.J.B.; OLIVEIRA, R.M.; SILVA, K.M.J.; ALVES, D.D.; ALVARENGA, R.C.; BORGES,

G.L.F.N. Consórcio de forrageiras tropicais com o sorgo granífero em duas localidades do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, p.1-9, 2013.

ALBUQUERQUE, C.J.B.; ALVARENGA, R.C.; VIANA, M.C.M.; CLEMENTE, M.A.; WENDLING, B.; ARAÚJO, S.A.C. Cultura do sorgo em sistema de integração lavoura pecuária floresta. **Informe Agropecuário**, v.35, p.73-81, 2014.

ALBUQUERQUE, C.J.B.; VON PINHO, R.G.; RODRIGUES, J.A.S.; BRANT, R.S.; MENDES, M.C. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, v.70, p.278-285, 2011a.

ALBUQUERQUE, C.J.B.; GONTIJO NETO, M.M.; ALVARENGA, R.C.; ALVES, D.D.; GUIMARÃES, A.S. Época de semeadura de **braquiárias em consórcio com sorgo granífero para o sistema integração lavoura-pecuária**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011b. 3p. (Circular Técnica, 148).

ALVARENGA, R.C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F.J.; CRUZ, J.C.; GONTIJO NETO, M.M. Cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**, v.27, p.106-126, 2006.

AMADO, T.J.C.; MIENICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura no solo, sob o sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.241-248, 2002.

BAUMHARDT, R.L.; HOWELL, T.A. Seeding practices, cultivar maturity, and irrigation effects on simulated grain sorghum yield. **Agronomy Journal**, v.98, p.462-470, 2006.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1984. 266p.

CONTADOR, C.R. Indicadores para seleção de projetos. In: CONTADOR, C. (Ed.). **Avaliação social de projetos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1988. p.41-58.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

GARCIA, C.M.P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; LIMA, A.E.S.; BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v.59, p.157-163, 2012.

GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; BERNARDINO, F.S.; GOBBI, K.F. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: MANEJO INTEGRADO: INTEGRAÇÃO AGRICULTURA PECUÁRIA, 1., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.331-351.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J.C.; SERRANO, O.

- Administração da empresa agrícola.** 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1981.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. **Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas:** integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.
- KONDO, M.K.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; WENDLING, B.; SILVA, P.B.; CARDOSO, M.M. Efeito de coberturas vegetais sobre os atributos físicos do solo e características agrônômicas do sorgo granífero. **Bioscience Journal**, v.28, p.33-40, 2012.
- LAZZAROTTO, J.J.; SANTOS, M.L.; LIMA, J.E.; MORAES, A. Volatilidade dos retornos econômicos associados à integração lavoura-pecuária no Estado do Paraná. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.7, p.259-283, 2009.
- LOPES, M.A.; FELTRE, K.; OLIVEIRA, A.D.; EVANGELISTA, A.R. Manejo e viabilidade econômica da adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.21, p.159-162, 2013.
- MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Implantação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em plantio simultâneo com milho em sucessão a soja em Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ: 1990. p.290.
- MACHADO, L.A.Z.; BALBINO, L.C.; CECCON, G. **Integração lavoura-pecuária-floresta. 1. Estruturação dos sistemas de integração lavoura-pecuária.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 46p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 110).
- MARTHA JÚNIOR G.B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1117-1126, 2011.
- MARTHA JÚNIOR, G.B.; MUELLER, C.C.; ALVES, E.R.A.; VILELA, L. **Análise ex ante do desempenho econômico-financeiro de alternativas de integração lavoura-pecuária no Triângulo Mineiro e no sudoeste Goiano.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 26p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 262).
- MEIRA, J.L.; AZEVEDO, J.T.; SILVA, J.; SCHAFFERT, R.E.; MURAD, A.M.; CARVALHO, L.J.C.B. Espaçamento e densidade do sorgo granífero. In: PROJETO Sorgo: relatório anual 72/73/74/75. Belo Horizonte: EPAMIG, 1977. p.105-121.
- NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários:** administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1987.
- ROSS, S.A.; WESTERFIELD, R.W.; JAFFE, J.F. **Administração financeira:** corporate finance. São Paulo: Atlas, 2007.
- SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.M.; HERNANI, L.C. Integração lavoura-pecuária: alternativas de rotação de culturas. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 5., 2001, Dourados. **Anais...** Dourados: UFMS/Embrapa CNPAO, 2001. p.31-32 (Documentos, 31).