

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE ESPÉCIES TRADICIONAIS E INOVADORAS DA AGRICULTURA EM SEMEADURA DE SUCESSÃO E ENTRESSAFRA NO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO

AGRONOMIC PERFORMANCE OF TRADITIONAL AND INNOVATIVE SPECIES FOR DOUBLE AND DRY SEASON COPPING IN THE BRAZILIAN SAVANNAH HIGHLANDS

Carlos Roberto SPEHAR¹; Ronaldo TRECENTI²

1. Professor, Doutor, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, Brasil. spehar@unb.br; 2. Engenheiro Agrônomo, M.Sc, Campo Consultoria e Agronegócios, Brasília-DF. trecenti@campo.com.br

RESUMO: Sorgo, milho, milhetos, aveia preta, trigo, cevada, braquiária, nabo forrageiro, amaranto, quinoa, kenaf, gergelim, girassol, girassol selvagem, guandu e *Crotalaria spectabilis*, foram avaliados após o cultivo de primavera-verão e na entressafra, irrigada, no Cerrado do Planalto Central. O estudo objetivou a produção de biomassa com implicações na proteção e manejo do solo, aporte de forragem, grãos e outras matérias-primas com valor agregado. Os experimentos foram conduzidos em três locais, no delineamento de blocos ao acaso, com genótipos previamente selecionados. As comparações se basearam nos seguintes parâmetros: ciclo (número de dias entre emergência e maturação), altura de plantas e produção de grãos e de biomassa. A diferença entre os dois locais pode ser atribuída às variações na fertilidade do solo. Algumas espécies mostraram maior estabilidade, como *Brachiaria brizantha*, sorgo, milheto e kenaf. O crescimento e a produção de biomassa não mostra efeito de fotoperíodo, exceto para gergelim. Os resultados indicam potencial de agregação de valor a espécies pouco exploradas na agricultura brasileira como amaranto, quinoa e kenaf.

PALAVRAS-CHAVE: Genótipo. Grãos. Biomassa. Forragem. Matéria-prima. Valor agregado.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o conseqüente aumento na demanda por alimentos têm provocado forte pressão sobre a agropecuária mundial. A resposta a esses desafios depende do aumento da produtividade e da área cultivada, especialmente nas fronteiras agrícolas como o Cerrado, causando impactos sobre o solo e os demais componentes ambientais (SPEHAR, 2006). Nos sistemas de cultivo, a textura e o teor de matéria orgânica (MO), a declividade do terreno, o sistema de manejo, as práticas de cultivo, a rugosidade superficial e a quantidade e qualidade da cobertura vegetal, são fatores determinantes de conservação dos solos (ALMEIDA; RODRIGUES, 1985). O conhecimento e a manipulação desses componentes de manejo, bem como os climáticos (precipitação, temperatura e umidade disponível), permite melhor definir espécies de plantas para compor exploração agropecuária em base sustentável (SPEHAR, 2009).

Práticas de conservação, associadas ao uso de plantas protetoras, são estratégias de manejo, proporcionando, no curto prazo, o controle da erosão e, no médio/longo prazo, incremento nas reservas de carbono e nitrogênio, com efeitos positivos na capacidade produtiva do solo (AMABILE et al., 2000; EBELHAR et al., 1984;

FANCELLI; FAVARIN, 1989; FRYE et al., 1985; WOOD et al., 1991). Isto se dá pelo aporte de resíduos cuja composição é característica própria de cada espécie de plantas.

No Cerrado, após o cultivo de verão e durante o longo período de seca, a exposição à intensa radiação solar resulta em perda de MO, com impacto negativo sobre características físicas, químicas e biológicas do solo. Diante dessa ameaça, a proteção por cobertura vegetal, incorporando diversidade, torna-se prática imprescindível à exploração agrícola em ambiente com alternância de período chuvoso e seco (SPEHAR, 1998; 2008). Ademais, a soja e o feijoeiro, bastante expressivos, produzem biomassa com rápida decomposição após a colheita, deixando baixa quantidade de resíduos na entressafra (SPEHAR, 2004). Deve ser alternado com espécies de diversidade botânica e com ampla relação C/N.

Portanto, o aumento no teor de MO do solo depende da adição de carbono e da redução na taxa de decomposição dos materiais orgânicos, com impacto direto na capacidade de troca de cátions (CIOTTA et al., 2003). Pode-se adicionar carbono pela vegetação espontânea, plantio de espécies perenes (pastagens) e pela semeadura em sucessão, rotação ou consórcios, com elevada produção de biomassa, incluindo cultivos comerciais e espécies

menos exploradas (SPEHAR, 1998; SPEHAR, 2006). Na produção de biomassa, deve-se levar em conta a proporção de compostos orgânicos, traduzida pela relação C/N; quanto mais estreita menor a persistência dos resíduos (GIACOMINI ET AL., 2003), refletindo diretamente na proteção do solo e manutenção da MO. Técnica que revoluciona o manejo, o plantio direto tem contribuído na imobilização de carbono, pelo aproveitamento da umidade residual na formação de biomassa (SPEHAR, 2008). Porém, essa técnica perde seu valor, na ausência de rotação, incrementando-se de fungos e pragas de solo que resultam em perdas de rendimento (TOLEDO SILVA et al., 2008).

Na escolha de espécies para compor os sistemas produtivos, deve-se considerar a adaptabilidade às condições ambientais de clima e solo, sua sinergia e o interesse dos produtores (CERETTA et al., 2002; SILVA; ROSOLEM, 2001; SPEHAR, 2008). Por outro lado, a diversificação de cultivos depende de rápido estabelecimento, tolerância ao déficit hídrico, produção de grãos, fibras outras matérias-primas e biomassa, disponibilidade, fertilização - ciclagem de nutrientes e formas de utilização (SPEHAR, 2009).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agronômico de espécies tradicionais e inovadoras em sucessão ao cultivo de verão e na entressafra irrigada, sob plantio direto, visando proteção do solo e produção de forragem para a integração lavoura-pecuária, grãos e outras matérias-primas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três ensaios em plantio direto; dois em sucessão e um na entressafra, sob irrigação, nos seguintes locais: Fazenda Riedi, Fazenda Modelo do Pró-Rural e Fazenda Dom Bosco. As localizações respectivas são: Rodovia BR 020 Km 52, DF 105, Área Isolada Retiro do Meio (Latitude 15° 38' S, Longitude 47° 24' W, altitude 984 m.s.n.m.) Planaltina, DF; Parque de Exposições da Granja do Torto, em Brasília-DF (Latitude 15° 42' S, Longitude 47° 55' W, altitude 1.034 m.s.n.m.); Rodovia BR 251 (Brasília, DF – Unai, MG) Km 14, Cristalina, GO (Latitude 16° 14' S, Longitude 47° 27' W e altitude 967 m.s.n.m.). O clima da região é classificado como do tipo Aw (Köppen), apresentando duas estações bem definidas (seca e chuvosa) com duração aproximada de seis meses cada.

Os dois primeiros foram implantados na segunda quinzena de fevereiro em sucessão ao feijoeiro, apenas na Fazenda Riedi. O solo é um

Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argilosa, corrigido, sob plantio direto desde 1994. Análise química (0 a 20 cm de profundidade) revelou os seguintes resultados: pH em CaCl₂, 5,6; MO, 3,3 dag kg⁻¹; P, 10,7 mg dm⁻³; K, 91,0 mg dm⁻³; S, 3,0 mg dm⁻³; Ca²⁺, 3,3 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺, 0,8 cmol_c dm⁻³; Al³⁺, 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al, 3,6 cmol_c dm⁻³; CTC_t, 7,9 cmol_c dm⁻³; V %, 54; B, 0,2 mg dm⁻³; Zn, 4,6 mg dm⁻³; Fe, 36 mg dm⁻³; Mn, 19,4 mg dm⁻³; Cu, 1,2 mg dm⁻³. Depois da colheita do feijão, a área foi dessecada com aplicação de 2 L/ha de glyphosate e em seguida foi adubada e sulcada, usando-se 250 kg da fórmula 5-25-15.

Na Fazenda Pró-Rural, o experimento foi implantado em área que se encontrava coberta com forrageiras, com predomínio de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*. A área foi roçada em dezembro e dessecada no final de janeiro com dosagem total de glyphosate de 3,0 kg ha⁻¹. O solo é um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argilosa, corrigido, cuja análise química (0 a 20 cm de profundidade) revelou os seguintes resultados: pH em CaCl₂, 5,5; MO, 3,5 dag kg⁻¹; P, 3,2 mg dm⁻³; K, 20,0 mg dm⁻³; S, 3,0 mg dm⁻³; Ca²⁺, 2,5 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺, 0,8 cmol_c dm⁻³; Al³⁺, 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al, 3,6 cmol_c dm⁻³; CTC_t, 6,9 cmol_c dm⁻³; V %, 35; B, 0,2 mg dm⁻³; Zn, 2,0 mg dm⁻³; Fe, 20 mg dm⁻³; Mn, 13,2 mg dm⁻³; Cu, 0,8 mg dm⁻³. Em função dos baixos teores de fósforo e potássio, a adubação no sulco, foi de aproximadamente 640 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 + 0,2 % Zn, com 13% Ca e 8 % S, totalizando 25 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Em ambos locais foram coletados dados mensais de pluviometria em milímetros.

Os tratamentos dos experimentos de sucessão foram compostos pelas seguintes espécies e cultivares: amaranto BRS Alegria (*Amaranthus cruentus*), aveia preta comum e IAPAR 61 (*Avena strigosa*), braquiária (*Brachiaria brizantha* cv Marandu), girassol CATI (*Helianthus annuus*), gergelim G 3 (*Sesamum indicum*), kenaf 1 e 2 (*Hibiscus cannabinus*), milho BN 2 e BRS 1501 (*Pennisetum glaucum*), milho C 901, CMS HD 98-2B e Sol da Manhã (*Zea mays*), nabo forrageiro comum e japonês (*Raphanus sativus*), milho dedo ou pé-de-galinha africano (*Eleusine coracana*), sorgo granífero BR 202, BR 501 e BRS 307 (*Sorghum bicolor*).

O ensaio de entressafra foi implantado em área irrigada sob pivô central após a cultura do milho, semeado em outubro, em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* e colhido no final de fevereiro. O solo é um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura muito argilosa, corrigido e cultivado em plantio direto desde 1990, cuja análise

química (0 a 20 cm de profundidade) da área revelou os seguintes resultados: pH em água, 6,9; pH em CaCl₂, 6,3; MO, 6,0 dag kg⁻¹; P, 9,8 mg dm⁻³; K, 311 mg dm⁻³; S, 5,8 mg dm⁻³; Ca²⁺, 4,9 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺, 2,4 cmol_c dm⁻³; Al³⁺, 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al, 1,8 cmol_c dm⁻³; CTC_t, 9,7 cmol_c dm⁻³; V %, 84; B, 0,5 mg dm⁻³; Zn, 5,5 mg dm⁻³; Fe, 65 mg dm⁻³; Mn, 23,2 mg dm⁻³; Cu, 0,7 mg dm⁻³.

Depois da colheita do milho a área ficou vedada por um período e submetida à pastagem até meados de abril. No início de maio foi dessecada, aplicando-se 2,0 L ha⁻¹ de glyphosate, sulcada e adubada com 500 kg ha⁻¹ da fórmula 4-30-16, realizando-se o plantio em 15 de maio. Durante o cultivo foram aplicados 450 mm de água, usando-se tensão equivalente à capacidade de campo como referência para definir as regas.

Além dos tratamentos dos experimentos em sucessão, exceto milho e girassol, na avaliação de entressafra foram acrescentados *B. ruziziensis*, cevada BRS 180 e BRS 195 (*Hordeum vulgare*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), girassol selvagem (*Thitonia diversifolia*), milheto MT (*Pennisetum glaucum*), quinoa BRS Piabiru (*Chenopodium quinoa*) e trigo Embrapa 22 (*Triticum aestivum*).

Nos três locais, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições. A parcela constituiu-se de quatro fileiras com 2,5 m de comprimento, espaçadas de 0,5m, exceto trigo, cevada e aveia, com oito fileiras por 0,25 m. Para as avaliações utilizaram-se as fileiras

centrais, descontadas as extremidades, perfazendo uma área útil de 0,9 m². No momento da colheita foi avaliada a altura média das plantas e o número de dias entre a emergência e a maturação fisiológica. As plantas de cada amostra foram cortadas rente à superfície do solo e acondicionadas em embalagens de polipropileno trançado, para secagem até atingir peso constante. Espécies perenes ou tardias (braquiárias, girassol selvagem e guandu) foram avaliadas ainda no período vegetativo.

Produção de biomassa, nos três locais, foi submetida à análise de variância enquanto a de grãos foi usada como referência, nos tratamentos em que foi medida; para os dois ensaios em sucessão procedeu-se análise conjunta para verificar estabilidade produtiva. As médias, por local, foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta evidencia que os ambientes diferem e as respectivas variações nas respostas dos tratamentos não se mostram consistentes, conforme o elevado coeficiente de variação (41,65%). A análise para cada local (Tabela 1) indica ser possível agrupar espécies e variedades produção de biomassa, enquanto inferências sobre efeitos da disponibilidade de nutrientes e ambientais serão consideradas no decorrer da discussão.

Tabela 1. Análise de variância da produção total de biomassa das espécies de cobertura vegetal do solo em sucessão: Fazenda Modelo (FM) e Fazenda Riedi (FR), DF.

Fonte de Variação	g.l.	Q.M.		F		probabilidade	
		FM	FR				
Repetição	2	2.392.793,6	2.695.590,3	2,08	1,99	0,1359 ^{ns}	0,1482 ^{ns}
Espécie	18	11.876.019,5	16.653.477,5	10,33	12,32	< 0,0001**	< 0,0001**
Resíduo	36	1.149.516,7	1.351.342,8				
C.V. (FM) = 19,69 %; (FR) = 19,16 %							

**altamente significativo; ^{ns}não significativo.

A altura média de plantas variou de 74 cm para a *Brachiaria brizantha* e *Eleusine coracana* a 195 cm para o girassol CATI. O ciclo médio variou de 90 dias para a aveia preta comum e nabo forrageiro comum e 135 dias para o kenaf (Tabelas

2 e 3). As diferenças de rendimento nos ensaios se devem à fertilidade do solo e à cultura precedente, enquanto a inconsistência pode ser relacionada a variações locais não detectadas, como disponibilidade de nitrogênio (N).

Tabela 2. Ciclo (dias entre emergência e maturação), altura de plantas (AP) e produção de biomassa total (PBT) de espécies em semeadura de fevereiro. Fazenda Riedi, Planaltina, DF, 2004.

Tratamento	Ciclo (dias)	AP (cm)	PBT (t ha ⁻¹)
<i>Brachiaria brizantha</i>	130*	74	7,0 bcd
Aveia preta comum	90	97	4,3 def
Aveia preta IAPAR-61	130	108	4,6 def
<i>Eleusine coracana</i>	100	72	8,8 abc
Milheto BRS 1501	120	174	6,1 bcde
Milheto BN-2	120	153	6,0 bcde
Sorgo BR 202	110	147	6,0 bcde
Sorgo BR 307	110	110	7,2 bcd
Sorgo BRS 501	110	162	7,5 bcd
Milho CMS	130	190	9,2 ab
Milho C- 901	120	170	8,7 abc
Milho Sol da Manhã	130	180	12,1 a
Girassol CATI	125	170	6,3 bcde
Nabo forrageiro comum	100	120	3,1 ef
Nabo forrageiro japonês	110	100	5,7 cdef
Amaranto BRS Alegria	95	130	5,1 def
Kenaf-1	135	190	7,3 bcd
Kenaf- 2	135	200	5,8 bcdef
Gergelim G- 3	120	120	2,3 f
C.V. (%)			19,16
D.M.S. 5% =			3,6

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, significativamente a 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Ciclo (dias entre emergência e maturação), altura de plantas (AP) e produção de biomassa total (PBT) de espécies em semeadura de fevereiro. Fazenda Modelo, Pró-Rural, Brasília, DF, 2003.

Tratamento	Ciclo (dias)	AP (cm)	PBT (t ha ⁻¹)
<i>Brachiaria brizantha</i>	135*	75	6,8 abc
Aveia preta comum	90	118	4,8 bcde
Aveia preta IAPAR-61	120	105	5,7 abcde
<i>Eleusine coracana</i>	100	77	2,8 de
Milheto BRS 1501	120	204	7,1 abc
Milheto BN-2	120	196	9,0 a
Sorgo BR 202	130	162	4,7 bcde
Sorgo BR 307	130	155	8,1 ab
Sorgo BRS 501	130	157	8,8 a
Milho CMS	110	170	4,7 bcde
Milho C- 901	100	164	4,3 cde
Milho Sol da Manhã	110	167	6,0 abcde
Girassol CATI	130	220	5,8 abcde
Nabo forrageiro comum	80	115	2,8 de
Nabo forrageiro japonês	90	138	7,5 abc
Amaranto BRS Alegria	90	101	6,0 abcde
Kenaf-1	135	186	6,6 abc
Kenaf- 2	135	187	6,3 abcd
Gergelim G- 3	110	123	2,7 e
C.V. (%)			19,69
D.M.S. 5% =			3,4

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, significativamente a 5%, pelo teste de Tukey.

No cultivo em sucessão, exceto para alguns tratamentos, as produções de biomassa se deveram, provavelmente, a fertilidade e umidade acumuladas

no solo, associada à precipitação favorável durante o período de desenvolvimento (Fig. 1).

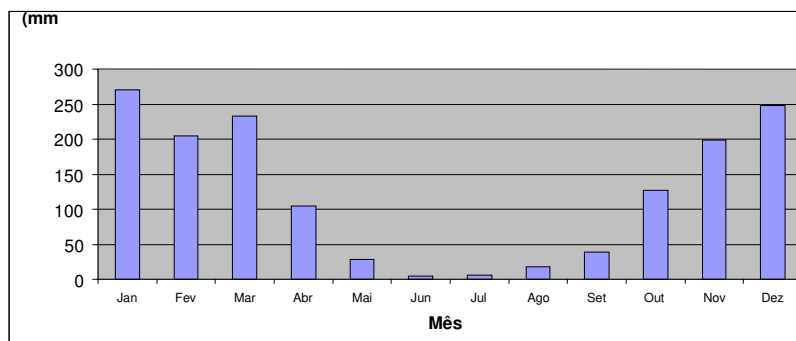


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) média mensal. Fazenda Modelo, Brasília-DF, 1977-2005

As médias de produção de matéria seca, para a maioria dos tratamentos, foram superiores a $5,0 \text{ t ha}^{-1}$, satisfatória para a cobertura plena do solo (ALVARENGA et al., 2001). Estes resultados indicam que o período de semeadura não esteve sujeito a estresse hídrico, que se intensifica em março-abril (SODRÉ FILHO, 2003).

Em sucessão ao feijoeiro, a maior produção de biomassa, em matéria seca, foi $12,1 \text{ t ha}^{-1}$, obtida com milho Sol da Manhã, na Fazenda Modelo, destacando-se ainda milheto BN-2, sorgo BRS 501, sorgo BRS 307, nabo forrageiro japonês, milheto BRS 1501, *Brachiaria brizantha*, kenaf-1, kenaf-2 e amaranto BRS Alegria (Tabelas 2 e 3). Gergelim G3 foi o tratamento com menor rendimento nos dois locais. Cabe ressaltar que este cultivo se destina à produção de grãos de alto valor agregado. Neste caso, a baixa produção de biomassa esteve relacionada ao reduzido crescimento das plantas, em provável resposta ao fotoperíodo (KUMAZAKI et al., 2008).

Na comparação dos dois locais, o milho e o sorgo superaram a produção de biomassa relativa à obtida na Granja do Torto, provavelmente, em função da disponibilidade de N, liberado pela decomposição dos resíduos do feijoeiro. Ambas espécies são dependentes da maior disponibilidade do elemento para atingir elevados rendimentos.

Brachiaria brizantha, sorgo, milheto e kenaf se mostraram mais estáveis, na produção de biomassa, em cultivo de sucessão e de entressafra (Tabelas 2, 3 e 5), apresentando desempenho comparável nos três ambientes. Isto se deve, em parte, ao sistema radicular profundo, provavelmente associado à eficiência na absorção de nutrientes relativa a fósforo e nitrogênio (GONÇALVES et al., 2006; CARVALHO et al., 2008). O milheto BN-2, em valores médios, produziu $7,5 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria seca, com ciclo de 120 dias. Esta é uma indicação de sua adaptabilidade ampla em contraste com

genótipos obtidos em regiões sub-tropicais que se mostram sensíveis ao fotoperíodo (RAO et al., 1986).

A produção de biomassa do girassol foi de $6,0 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria seca (Tabelas 3 e 5), superando o obtido em semeadura de sucessão sob estresse hídrico (CARVALHO et al., 2008). O cultivo do girassol no Cerrado se mostra dependente de umidade residual, com aproveitamento das últimas precipitações para completar o ciclo.

B. brizantha produziu na média dos dois locais $6,9 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria seca, proporcionando cobertura do solo, ainda que a avaliação tenha se realizado aos 165 dias após a emergência. Quando semeada no início do período chuvoso, em ambiente favorável de umidade, temperatura e nutrientes, a forrageira produziu $40 \text{ a } 60 \text{ t ha}^{-1}$ de biomassa, com matéria seca situando-se entre $15 \text{ a } 20 \text{ t ha}^{-1}$, de ampla relação C/N (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003).

Na semeadura de fevereiro, a produção de biomassa de *B. brizantha* reduziu-se, por provável efeito de temperaturas menores durante o crescimento (MENDONÇA; RASSINI, 2006). O melhor desempenho na entressafra (Tabela 5), pode se explicar por aquecimento do ar em agosto e setembro, quando se intensificou a produção de biomassa. Na média apresentou valores consideráveis, refletindo positivamente na proteção do solo e favorecendo a integração lavoura-pecuária. Ademais, contribui no controle de fungos de solo, como mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e podridões radiculares (*Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. phaseoli) no feijoeiro, quando se compara com resíduos de sorgo, soja e outras leguminosas (TOLEDO-SOUZA et al., 2008).

Aveia preta IAPAR-61 mostrou-se menos produtiva do que a Preta Comum, mesmo sob condições favoráveis de suprimento de água e

temperaturas amenas (Tabela 5). Contudo, destaca-se que a espécie *A. strigosa* contribui no manejo de plantas daninhas por ação alelopática, suprimindo até 91,3%, com 4,4 t ha⁻¹ de matéria seca (DERSPCH; CALEGARI, 1992; BOLLER; GAMERO, 2002).

O *Eleusine coracana*, ou milheto dedo, com valor médio de 5,8 t ha⁻¹ de matéria seca, destacou-se por apresentar plantas vigorosas de grande densidade radicular, confirmando o papel das gramíneas na agregação de partículas do solo (AYARZA et al., 1993). Entretanto, o seu emprego tem sido limitado pelo pequeno número de acessos introduzidos no Brasil. Estudos revelam haver grande diversidade genética a ser explorada na espécie, tornando-a cultivo comercial (FAKURUDIN et al., 2004).

As diferenças na produção de matéria seca nos nabos forrageiros podem ser devidas ao ataque de fungos de solo e de pragas. Entretanto, se destacam pelo efeito supressivo às plantas daninhas e pela formação de raiz tuberosa, contribuindo na descompactação do solo (SPEHAR, 2004). Por apresentar estreita relação C/N, o nabo tem sido utilizado no Cerrado, em sucessão à soja de ciclo precoce-médio, antecedendo o cultivo de milho no verão. Nestas condições, a rápida decomposição, associada à liberação de nitrogênio, pode resultar em incrementos na produtividade da gramínea (SILVA et al., 2008).

Amaranto, aportando considerável quantidade de biomassa, pode ser utilizado em proteção do solo e forragem para alimentação

animal, com vantagem sobre o milho ou a soja, com proteína de alto valor biológico em sua composição (RIVERO, 1994; BRENNER; WILLIAMS, 1995); o seu uso na forma de grãos contribui ao aumento de receita ao produtor (SPEHAR et al., 2007). Quinoa, avaliada apenas na entressafra, mostrou comportamento semelhante ao do amaranto. Ambos se constituem em alternativa para diversificação agrícola (SPEHAR, 2009).

O rendimento de biomassa de kenaf foi igual ou superior a 6,0 t ha⁻¹ de matéria seca nas épocas e ambientes (Tabelas 2, 3 e 5). A espécie é anual com grande capacidade de produzir fibras de usos múltiplos (HALLMARK et al., 1994). Por apresentar alta relação C/N, tem potencial na produção de biomassa, cujos resíduos persistem protegendo o solo (SPEHAR, 2004). Estes resultados evidenciam o potencial de cultivo no Brasil, vindo a integrar os sistemas produtivos e criando oportunidades de mercado.

De modo geral, no cultivo em sucessão, as datas de semeadura entre o segundo decêndio de fevereiro e o primeiro de março são as mais favoráveis no Cerrado do Planalto Central (Fig. 1). Isto é válido tanto para espécies tradicionais como para as inovadoras, dentre elas amaranto, quinoa e kenaf, viabilizando-se quando se empregam cultivares precoces de feijão, soja e milho em semeadura de verão (SPEHAR, 2008).

Na entressafra irrigada, a análise de variância indica relativa precisão e uniformidade da área experimental, mostradas pelo baixo coeficiente de variação (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância para produção total de biomassa das espécies convencionais e inovadoras na entressafra irrigada. Fazenda Dom Bosco, Cristalina, GO.

Efeito	g. l.	QM	F	Probabilidade
Repetição	2	1.149.425	0,76	0,4753 ^{ns}
Espécie	24	9.573.504	2,29	0,0001 ⁺⁺
Resíduo	48	1.521.498		
Coeficiente de Variação = 17,36				

**altamente significativo; ^{ns}não significativo.

A altura de plantas das espécies e cultivares variou de 60 cm para a cevada BRS 195 a 195 cm para o sorgo BRS 501. O ciclo variou entre 110 dias para o amaranto e 155 dias para o kenaf. Dentre os cultivos de inverno, o trigo e a aveia preta comum superaram a cevada na produção de biomassa. As espécies perenes (braquiárias e o girassol selvagem), avaliadas no período vegetativo aos 165 dias após a emergência, podem ter sido prejudicadas quanto ao potencial de produzir biomassa, ainda que os valores sejam consideráveis (Tabela 5).

Nesta época, a maioria das espécies apresentou rendimentos acima de 6,0 t ha⁻¹ de matéria seca, destacando-se o milheto BRS 1501, com 10,4 t ha⁻¹. A produção de grãos sofreu ataque de pássaros, em algumas espécies com perspectiva comercial, causando inconsistência nos dados e elevando o CV, não permitindo comparação acurada das médias. Mesmo assim, para alguns tratamentos os resultados são apresentados. Sorgo BRS 501, *Eleusine coracana*, amaranto, quinoa, kenaf e gergelim produziram 2,9, 1,6, 1,8, 1,6, 1,3 e 0,8 t ha⁻¹ de grãos, respectivamente, (dados não analisados estatisticamente) mostrando potencial para a produção comercial de grãos e de sementes com valor

agregado em sucessão aos cultivos precoces de primavera-verão.

Tabela 5. Ciclo (dias entre emergência e maturação), altura de plantas (AP) e produção total de biomassa (PBT) de espécies em semeadura de maio. Fazenda Dom Bosco, Cristalina, GO, 2004.

Tratamento	ciclo (dias)	AP (cm)	PBT (t ha ⁻¹)
<i>Brachiaria brizantha</i>	165*	89	8,3 abcdef
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	165*	77	4,4 fh
Aveia preta comum	115	153	9,2 abc
Aveia preta IAPAR-61	135	144	5,4 cdefgh
<i>Crotalaria spectabilis</i>	135	71	7,2 abcdefgh
Guandu super N	155	122	7,3 abcdefgh
Guandu normal	160	120	7,5 abcdefgh
Girassol selvagem	165*	147	7,5 abcdefgh
<i>Eleusine coracana</i>	125	112	6,7 abcdefgh
Quinoa BRS Piabiru	145	130	6,2 bcdefgh
Amaranto BRS Alegria	110	159	7,1 abcdefgh
Nabo forrageiro comum	110	104	8,0 abcdefg
Nabo forrageiro japonês	120	113	5,0 defgh
Milheto BRS 1501	135	148	10,4 a
Milheto BN-2	125	157	9,0 abc
Milheto MT	135	154	8,1 abcdefg
Sorgo BR 307	125	137	4,6 gfh
Sorgo BR 202	125	147	6,1 bcdefgh
Sorgo BRS 501	140	195	9,8 ab
Kenaf-1	155	188	8,6 abcde
Kenaf-2	155	175	8,8 abcd
Gergelim G-3	135	108	3,9 h
Cevada BRS 180	135	84	4,9 defgh
Cevada BRS 195	135	60	5,5 cdefgh
Trigo Embrapa 22	125	90	8,0 abcdefg
C.V. (%)			17,3
D.M.S. 5%			3,9

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, significativamente a 5%, pelo teste de Tukey.

Além do aporte de biomassa, o emprego de espécies inovadoras, contribui para aumentar a diversidade biológica; proteger o solo, via cobertura vegetal; preencher o vazio existente na entressafra; viabilizar a produção, mediante renda adicional ao produtor e estabilidade econômica, além de sinergia aos sistemas produtivos (SPEHAR, 1998; SPEHAR et al., 2007).

As espécies menos exploradas, no cultivo em sucessão ao feijão (ou a soja de ciclo precoce-médio) e na entressafra irrigada, são promissoras e sua adaptação depende de seleção para precocidade, menor exigência hídrica e fotoperiódica, maior aproveitamento da umidade residual e de nutrientes; produção de biomassa, com ampla relação C/N, grãos, fibras e outros produtos com alto valor

agregado. Estes resultados melhoram a perspectiva de se diversificar a agricultura do Cerrado, introduzindo espécies que contribuam para o desenvolvimento sustentável do agro-ecossistema, devendo-se ampliar os estudos visando à produção comercial (SPEHAR, 2009).

CONCLUSÃO

Espécies tradicionais e inovadoras, em semeadura de fevereiro, sucedendo aos cultivos precoces da primavera-verão e irrigados na entressafra, apresentam produção satisfatória de biomassa, exceto gergelim, possibilitando sua inserção nos sistemas produtivos para proteção do solo, forragem, grãos e outras matérias-primas.

ABSTRACT: Agronomic performance of sorghum, millets, maize, black oats, wheat, barley, brachiaria grass, forage turnip, grain amaranth, quinoa, kenaf, sesame, sunflower, wild sunflower, pigeon pea and *Crotalaria spectabilis* was evaluated in sowings after summer cropping and winter, under irrigation in the Brazilian Savannah high lands. The study aimed at biomass production with impacts on soil protection and management, and source of forage, added value grains and raw material. Experiments in complete randomized blocks were conducted at three locations, with previously selected genotypes. Evaluations were based on the following parameters: plant cycle (number of days between emergence and maturity), plant height, biomass production and grain yield. Some species showed more yield stability, such as *Brachiaria brizantha*, sorghum, pearl millet and kenaf, and the difference for the two locations may be related to soil fertility. Plant growth and biomass production showed no effect of photoperiod, except for sesame. Grain yield indicates the potential for added value in less exploited crops for the Brazilian agriculture, such as quinoa and grain amaranth.

KEYWORDS: Genotype. Grain. Biomass. Forage. Raw material. Added value.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional.** Londrina, PR: IAPAR, 1985. 482 p.
- ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A. R.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e em espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 1, p. 47-54, jan. 2000.
- AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em um solo de Cerrado: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia, GO. Cerrados: fronteira agrícola do século 21. resumos..., Goiânia, GO: SBCS, 1993. v. 3, p. 121-122.
- BOLLER, W.; GAMERO, A. C. Acúmulo de matéria seca e supressão de plantas daninhas por culturas para cobertura do solo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS, n. 69, p. 29-31. 2002.
- BRENNER, D.; WILLIAMS, J. T. Grain amaranth (*Amaranthus* species). In: WILLIAMS, J. T. (Ed.). **Underutilized Crops: Cereals and pseudocereals.** p. 128-186. Chapman & Hall, London. 1995.
- CARVALHO, A. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; SOUSA JUNIOR, J. G. A.; VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 2831-2838. 2008.
- CERETTA, C. A.; BASSO, J. C.; FLECHA, A. M. T.; PAVINATO, P. S.; VIEIRA, F. C. B.; MAI, M. E. M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 163-171, 2002.
- CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S; M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 33, n. 6, p. 1161-1164. 2003.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para a adubação verde de inverno, 2.** Londrina, PR: IAPAR, 1992, 80p. (Circular, 73).
- EBELHAR, S. A., FRYE, W. W.; BLEVINS, R. L. Nitrogen from legume cover crops for no-tillage corn. **Agronomy Journal**, Madison, WI, EUA, v. 76, p. 51-55. 1984.

FANCELLI, A. L.; FAVARIN, J. L. Realidade e perspectivas para o sistema de plantio direto no Estado de São Paulo. In: FANCELLI, A.L. (Coord.). **Plantio direto no Estado de São Paulo**. Assis, SP: FEALQ: ESALQ, 1989 p. 15-34.

FAKURUDIN, B.; KULKARNI, R. S.; SHASHIDHAR, H. E.; HITTALMANI, S. Genetic diversity assessment of finger millet, *Eleusine coracana* (Gaertn), germplasm through RAPD analysis. **Plant Genetic Resources News Letter**, Rome, Italy, v. 138, p. 50-54. 2004.

FRYE, W. W., SMITH, W. G.; WILLIAMS, R. J. Economics of winter cover crops as a source of nitrogen for no-till corn. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, IA, EUA, v. 40, p. 246-249. 1985.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 325-334, 2003.

GONÇALVES, W. C.; JIMENEZ, R. L.; ARAÚJO FILHO, J. V.; ASSIS, R. L.; SILVA, J. P.; PIRES, F. R. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP. v. 26, n. 1, p. 67-75. 2006.

HALLMARK, W. B.; BROWN, L. P.; VIATOR, H. P.; HABETZ, R. J., CALDWELL, W. D.; COOK, C. G. Kenaf: A new crop for Louisiana. **Louisiana Agriculture**, Baton Rouge, LA, EUA, v. 37, n. 2, p. 28-32. 1994.

KUMAZAKI, T; YAMADA, Y.; KARAYA, S.; TOKUMITSU, T.; HIRANO, T.; YASUMOTO, S.; KATSUTA, M.; MICHİYAMA, H. Effects of day length and air temperature on stem growth and flowering in sesame. **Plant Production Science**, Tokyo, Japan, v. 11, p. 178-183, 2008 .

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.) **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 183-223.

MENDONÇA, F. C.; RASSINI, J. B. 2006. **Estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste. 9p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Circular Técnica, 45).

RAO, S. A.; MENGESHA, M. H.; SIBALE, P. K.; REDDY, C. R. 1986. Collection and evaluation of pearl millet (*Pennisetum*) germplasm from Malawi. **Economic Botany**, St. Louis, MO, EUA, v. 40, n. 1, p. 27-37.

RIVERO, J. L. L. **Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos**. BELASTAIN, J. B. P. (Ed). La Paz, Bolívia: INADE/PELT-COTESU. 1994. 457 p.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L.; PIANA, A. T.; STRIEDER, M. L.; JANDREY, D. B. ENDRIGO, P. C. Produtividade do milho irrigado em sucessão a espécies inverniais para produção de palha e grãos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS. v, 43, n. 8, p. 097-993. 2008.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 253-260, 2001.

SODRÉ FILHO, J. Culturas de sucessão ao milho e seus efeitos na dinâmica populacional de plantas daninhas. 2003. 87 p. Tese (Mestrado). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2003.

SPEHAR, C. R. Challenges and prospects to realize diversified agriculture in the tropics. In: **WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE, 4: Innovations for improving efficiency, equity and environment**, Proceedings..., New Delhi, Índia: OSIDC. p. 223-229. 2009.

SPEHAR, C. R. Grain, fiber and fruit production in the Cerrado development. In: Faleiro, F.G. and Farias

Neto, A.L. (Eds.), 2008. **Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. pp. 477-504. 2008.

SPEHAR, C. R. **Quinoa: Alternativa para a Diversificação Agrícola e Alimentar**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 102p. 2007.

SPEHAR, C. R. Conquista do Cerrado e consolidação da agropecuária. In: Paterniani, E. (Ed.) **Ciência, Agricultura e Sociedade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. pp. 195-226. 2006.

SPEHAR, C. R. **Manejo cultural no Plantio Direto**. Curso de Plantio Direto, v. 11 n. 3. Brasília, DF: ABEAS, 2004.

SPEHAR, C. R. Production systems in the savannas of Brazil: Key factors to sustainability. In: LAL, R. (Ed.) **Soil Quality and Agricultural Sustainability**, p. 301-319. Ann Arbor Press: Chelsea, Michigan, EUA. 1998.

TOLEDO-SOUZA, E. D.; SILVEIRA, P. M.; LOBO JUNIOR, M.; CAFÉ FILHO, A. C. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 971-978.

WOOD, C. W., EDWARDS, J. H.; CUMMINS, C. G. Tillage and crop rotation effects on soil organic matter in a Typic Hapludult of northern Alabama. **Journal of Sustainable Agriculture**, Tsukuba, Japan, v. 2, p. 31-41, 1991.