Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Desempenho agronômico de sorgo e soja solteiros e em consórcio nas entrelinhas do pinhão-manso

Agronomic performance of sorghum and soybean without and with intercropping between the lines of physic nut

Rodrigo Ribeiro Fidelis[1], Vinícius Almeida Oliveira[1], Carlos Augusto Oliveira de Andrade[1], Chrystian Iezid Maia Almeida Feres[1]

[1]Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi, Rua Badejós, Chácaras 69/72,CEP 77402-970, Gurupi, TO, Tocantins, Brasil. E-mail: fidelisrr@uft.edu.br.

Recebido em: 22/11/2013 Aceito em:17/09/2015

Resumo. Objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho agronômico das culturas do sorgo e da soja em monocultivo e em cultivo consorciado, ambos os sistemas nas entrelinhas do pinhão-manso, visando a sustentabilidade da atividade agropecuária familiar, durante os anos agrícolas de 2010/2011 e 2011/2012 em Gurupi – TO. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, composto por três tratamentos: soja cultivada nas entrelinhas do pinhão-manso; sorgo cultivado nas entrelinhas do pinhão-manso e soja e sorgo consorciados nas entrelinhas do pinhão-manso, com quatro repetições. A cultivar de sorgo utilizada foi a BRS – 655 e foram avaliadas as características de altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, número de nós, produção de massa fresca e seca. A cultivar de soja utilizada foi a P98C81, na qual se avaliou a altura de planta, diâmetro de caule, altura da inserção de primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, massa de cem grãos, produtividade de grãos, produção de massa fresca e seca. Os dados foram submetidos à análise de variância, com aplicação do teste F. Para as comparações entre as médias, foi realizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O sistema de cultivo solteiro resulta em melhor desempenho agronômico para a cultura da soja. O sistema de cultivo em consórcio resulta em melhor desempenho agronômico para a cultura do sorgo. O consórcio soja/sorgo mostra-se ser um sistema agronomicamente eficiente no uso da terra para fins forrageiros.

Palavras-chave: agricultura familiar, massa seca, massa verde

Abstract. The objective of this study was evaluate the agronomic performance of the sorghum and soybean crops in monoculture and intercropping, both of systems between the lines of physic nut, aiming the sustainability of the familiar agriculture activity, during the agriculture years of 2010/2011 and 2011/2012 in Gurupi – TO. The experiment was conducted in a randomized block design, composed by three treatments: soybean cultivated between the lines of physic nut; sorghum cultivated between the lines of physic nut and soybean and sorghum intercropped with the lines of physic nut, with four repetitions. The sorghum cultivar used was BRS- 655 and were evaluated the characteristics of plant height, stem diameter, number of leafs, number of nods, biomass accumulation and fresh weight. The soybean cultivar used was P98C81, that was evaluated plant height, stem diameter, height of the first pod, number of pods per plant, number of grains per pod, mass of a thousand grains, grain yield, dry accumulation and fresh weight. These data were subjected to analysis of variance, with application of F test. For comparison of the averages, was realized the Tukey test, to 5% of probability. The system of sole crop results in a better agronomic performance for soybean. The system of intercropping results in a better agronomic performance for sorghum. The soybean/sorghum intercropping shows to be an efficient agronomically system in use of the land for forages purposes.

Keywords: family farming, dry accumulation, fresh mass

Introdução

A agricultura familiar deve ser ao mesmo tempo unidade de produção e de consumo, funcionando de forma diferente da agricultura de larga escala, com a adoção de práticas agroecológicas, visando contribuição para a sustentabilidade da produção dos agricultores familiares (Carporal & Costabeber, 2001).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

O cultivo de espécies oleaginosas constitui uma alternativa em apoio à agricultura familiar, criando melhores condições de vida em regiões carentes, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas a problemas econômicos e sócio-ambientais (Ramos et al., 2003). As perspectivas favoráveis da implantação racional da cultura do pinhão-manso decorrem não somente dos baixos custos de sua produção agrícola, conforme se deve esperar diante das vantagens anunciadas, mas, sobretudo, porque poderá ocupar solos pouco férteis, de modo geral inaptos à agricultura de subsistência proporcionando, desta maneira, uma nova opção econômica às regiões carentes do país, principalmente na agricultura familiar (Akbar et al., 2009).

O consórcio entre duas ou mais culturas numa mesma área de cultivo tem sido praticado principalmente em pequenas propriedades agrícolas, em áreas de difícil emprego de mecanização e em propriedades onde há limitação de área para cultivo. Mesmo sendo está técnica já praticada há muito tempo, somente nas ultimas décadas tem atraído maior interesse de pesquisadores. Esta prática vem substituindo a monocultura de vários cultivos, devido a proporcionar maior produtividade, aproveitamento da área e maior rentabilidade (Rejila & Vijayakumar, 2011).

Vários estudos têm mostrado a vantagem do consórcio sobre o monocultivo, considerando rendimento de grãos ou de forragem de várias espécies, demonstrando a viabilidade do sistema (Ghosh et al., 2009; Rezende et al., 2011;). Além disso, sistemas de manejo convencionais (monocultura) aliados à técnicas impróprias de manejo do solo, favorecem os processos de erosão, tendo perdido espaço para a adoção de manejos mais conservacionistas. Estes manejos são adotados com o intuito de minimizar os prejuízos ao meio ambiente por promoverem uma melhor cobertura vegetal da área (Mendonça et al., 2012), o que melhora a cobertura do solo, promove aporte de matéria orgânica, favorece a infiltração de água, permite maior exploração do perfil do solo pelas raízes, promove a diminuição do processo erosivo, mantendo dessa forma, a estabilidade e sustentabilidade do sistema (Chioderoli, 2010).

Sob este aspecto, apresenta-se destaque especial para poaceas e fabaceas. O sistema milho e soja tem se apresentado como um dos mais importantes, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país, onde a presença da poácea é marcante (Rezende et al., 2001). Contudo, a crescente procura do milho para alimentação humana e animal tem levado os pesquisadores a procurarem formas alternativas para a alimentação de ruminantes, principalmente em regiões onde ocorrem períodos de estiagem, que normalmente limitam a produção do milho (Rodrigues Filho et al., 2006).

Como cultura alternativa, o sorgo apresenta-se como espécie promissora na elaboração de silagens e consórcio com outras espécies, pois suas características nutritivas, o cultivo e, também, o rendimento de forragem, são muito semelhantes à cultura do milho. Além disso, suas cultivares possuem fácil adaptação em diversos biomas do país, diferentes condições de fertilidade do solo, tolerância à alta temperatura e déficit hídrico (Miranda et al., 2010; Franco et al., 2011). Admitindo-se que a demanda forrageira em uma propriedade agrícola permanece constante durante todo o ano, a suplementação no período seco seria a alternativa mais viável para a manutenção da produtividade animal. Com este objetivo, a associação de uma fabacea ao sorgo se torna boa fonte de suplementação protéica. Essa suplementação pode ser feita através da silagem de soja em cultivo isolado na entrelinha ou em consórcio com outras culturas, sendo uma alternativa ao produtor, tendo seus custos de produção mais baixos do que a suplementação à base de concentrados, além de ser uma alternativa de venda diferenciada da soja (Evangelista et al., 2003).

A soja quando utilizada individualmente na forma de feno, demonstra ser ótima fonte de minerais, por isso, pesquisas visando a utilização da soja, na ensilagem junto ao sorgo, têm sido realizadas buscando determinar cultivares e técnicas de manejo mais apropriadas para obtenção de maior rendimento (Gris et al., 2008). Santos et al. (2009) pesquisando consórcio entre sorgo e soja na entrelinha, observaram maiores rendimentos forrageiros e melhor qualidade nutricional do consórcio em relação ao monocultivo. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho agronômico das culturas do sorgo e soja em monocultivo e em cultivo consorciado, ambos os sistemas nas entrelinhas do pinhão-manso, visando a sustentabilidade da atividade agropecuária familiar, durante os anos agrícolas de 2010/2011 e 2011/2012 em Gurupi-TO.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos anos de 2010/2011 e 2011/2012 na fazenda experimental da

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi-TO (11°43'de latitude Sul, 49°04' de longitude Oeste e altitude de 280 metros). O clima da região pela classificação de Köppen (1948) é do tipo B1WA'a' úmido com moderada deficiência hídrica, a temperatura média anual é de 29,5°C, com precipitação anual média de 1804 mm, sendo um verão chuvoso e um inverno seco. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo apresentando textura franco arenosa (Embrapa, 2006).

A análise química e física do solo na camada 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento apresentou os seguintes resultados: pH em $CaCl_2$= 5,2; M.O(%)= 3,0; P (Mel) = 0,60 mg dm^{-3}; K=21,50 mg dm^{-3}; Ca+Mg = 2,12 $cmol_c$ dm^{-3}; H+Al = 3,23 $cmol_c$ dm^{-3}; Al = 0,08 $cmol_c$ dm^{-3}; SB= 2,18 $cmol_c$ dm^{-3}; V= 40,30%; 669,0 g kg^{-1} de areia; 38,0 g kg^{-1} de silte e 293,0 g kg^{-1} de argila.

Foi realizado, antes da semeadura, calagem na quantidade de 2,5 ton ha^{-1}. Para recomendação da necessidade de calagem foi utilizado o critério para elevar a saturação por base para 50% considerando um calcário com PRNT igual a 100% (Ragagnin et al., 2010).

Os tratamentos foram constituídos pelos seguintes arranjos: SjP – soja cultivada na entrelinha do pinhão-manso; SgP – sorgo cultivado na entrelinha do pinhão-manso e SjSgP – cultivo de soja e sorgo consorciados na entrelinha do pinhão-manso.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por oito linhas de 10 metros de comprimento, com espaçamento entre fileiras de 0,50 metros. A semeadura da soja e do sorgo foi realizada manualmente, com profundidade de 4 cm, sendo utilizada 12 e 15 sementes por metro linear, respectivamente.

A população de pinhão manso, melhorada por seleção massal, foi implantada antes da semeadura das culturas do sorgo e da soja, no dia 5 de dezembro de 2010, com espaçamento entre plantas de 1,5 m na linha e 6,0 m entre linhas. As mudas foram conduzidas em condições de viveiro com sombrite 50% até os 60 dias após a semeadura, em saquinhos com capacidade de 1 kg de substrato e, em seguida, foram transplantadas para covas de 20x20x30 cm. Na cova foi aplicado adubo NPK na formulação 05-25-15 na dose de 250 g por cova. Também foi aplicado Regent (principio ativo fipronil) na proporção 1g para 1 litro de água contra cupim e formiga. Foram feitas também três aplicações de cobertura com adubo NPK na formulação 20-00-20, sendo 50 g por cova aos 15 dias após o pegamento das mudas e 25 g por cova aos 30 e 60 dias.

Utilizou-se a cultivar de sorgo BRS 655 com 80% de germinação e 98% de pureza. Aplicou-se 40 kg ha^{-1} de N, na forma de uréia, sendo metade aplicado na semeadura e a outra metade quando as plantas atingiram de 30-40 cm de altura.

As adubações potássicas e fosfatadas foram realizadas integralmente na semeadura, na dose de 60 kg ha^{-1}, tanto de K_2O quanto de P_2O_5, na forma de cloreto de potássio e super fosfato simples, respectivamente. Foram escolhidas duas linhas de cultivo e em dois metros lineares quando as plantas apresentavam os grãos em estado farináceo, para a avaliação das seguintes características: altura de planta (medida da superfície do solo até o ápice da planta), diâmetro de colmo (medido na base do caule, rente à superfície do solo), número de folhas, número de nós. Após a leitura das variáveis mencionadas, as plantas que se encontravam dentro da área útil selecionada foram colhidas, trituradas e pesadas, visando à determinação da massa fresca, sendo o resultado convertido em kg ha^{-1}. A produção de massa seca foi determinada a partir de uma amostra de 300 g de massa verde, seca em estufa a 65°C até massa constante e convertida em kg ha^{-1}.

Utilizou-se para o estudo a cultivar de soja P98C81 Pioneer com 80% de germinação e 100% de pureza. Aplicou-se 80 kg ha^{-1} de NPK na formulação 00-20-20 no plantio da soja. No momento do plantio, as sementes foram inoculadas com a bactéria *Bradyrhiizobium japonicum* na dose de 200 g por 50 kg sementes.

Foram avaliadas em cinco plantas de cada tratamento as seguintes características: altura de planta (medida da base do caule ao ápice da planta), diâmetro de caule (medido na base do caule, rente à superfície do solo), número de vagens por planta, número de grãos por planta, altura da inserção de primeira vagem, massa de cem grãos (foram contados 100 grãos e em seguida realizou-se a pesagem em balança de precisão), produtividade de grãos (extraída das duas linhas centrais de cada tratamento, desprezando-se 0,5 metros em cada extremidade, em seguida os grãos foram pesados e os valores transformados em kg ha^{-1}, com correção umidade para 13%), produção de massa fresca (as plantas colhidas foram trituradas e pesadas e o valor

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

encontrado, foi convertido para kg ha^{-1}) e produção de massa seca (determinado a partir de amostra de 200 g de massa verde em estufa a 65 ^{o}C até massa constante e convertido em kg ha^{-1}). Nos dois anos de plantio, utilizando sistema de irrigação por aspersão, foram realizadas irrigações suplementares, quando necessário, até as culturas atingirem porte suficiente para aguentar um período mais prolongado de um possível veranico.

No tratamento em que se cultivou soja e sorgo consorciados nas entrelinhas do pinhão-manso as adubações foram realizadas nas linhas de plantio das diferentes culturas e nas mesmas quantidades dos cultivos solteiros. O experimento no primeiro ano foi instalado no dia 25 de janeiro de 2011 e no segundo ano foi instalado no dia 06 de dezembro de 2011.

A eficiência relativa dos consórcios foi avaliada através do índice de Uso Eficiente da Terra (Andrews & Kassam, 1976), conforme a seguinte expressão adaptada:

$$UET = \frac{RSjSgP}{RSjP} + \frac{RSgSjP}{RSgP}$$

Onde: UET = Uso eficiente da terra; RSjSgP = rendimento da soja em consórcio com o sorgo, na entrelinha do pinhão-manso; RSjP = rendimento soja solteira na entrelinha do pinhão-manso; RSgSjP = rendimento do sorgo em consórcio com a soja na entrelinha do pinhão-manso; RSgP = rendimento do sorgo solteiro na entrelinha do pinhão manso.

Os dados experimentais referentes à UET são descritivos e não foram analisados estatisticamente. Os demais dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, com aplicação do teste F. A análise conjunta foi realizada sob condições de homogeneidade das variâncias residuais. Para as comparações entre as médias, foi realizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do aplicativo computacional SISVAR (Ferreira, 2008).

Resultados e Discussão

Constatou-se para o sorgo, efeito significativo para as características: altura de plantas, produção de massa verde e produção de massa seca no fator tratamentos e, altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, número de nós e produção de massa seca para o fator ambiente (Tabela 1). Não houve interação para as características diâmetro de caule, produção de massa verde e produção de massa seca. Assim, os tratamentos independem dos anos de plantio, que, por sua vez, independem dos tratamentos, por isso, os fatores foram estudados isoladamente. Entretanto, para as características altura de plantas, número de folhas e número de nós, a interação foi significativa, mostrando que os anos de plantio influenciam de forma diferenciada nos tratamentos. Dessa forma, foi realizado o desdobramento dos fatores.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de folhas (NF), número de nós (NN), produção de massa fresca (PMF) e produção de massa seca (PMS) de sorgo cultivado nas entrelinhas do pinhão-manso (SgP) e em consórcio com a soja nas entrelinhas do pinhão-manso (SjSgP), Gurupi-TO, safras 2010/2011(AMB1) e 2011/2012 (AMB2)

Fontes de variação	QM						
	GL	AP	DC	NF	NN	PMF	PMS
Blocos (AMB)	6	0,0039^{ns}	1,645^{ns}	6,166**	0,583^{ns}	225734531,25*	28367420,72^{ns}
Tratamentos (T)	1	0,0390**	3,062^{ns}	1,00^{ns}	0,250^{ns}	2.52380641E+0009**	169071507,56**
Ambientes (A)	1	0,0068*	39,062**	64,00**	30,250**	403507656,25^{ns}	79990664,06*
TxA	1	0,0976**	10,562^{ns}	4,00*	2,250*	262035156,25^{ns}	23249273,06^{ns}
Resíduo	6	0,000931	1,812	0,333	0,250	103472447,92	10090873,47
CV (%)		1,39	9,41	7,22	6,35	15,0	15,62
Média Geral		2,20	14,31	8,0	7,88	67809,38	20341,44

ns: não significativos; * e **: valores significativos, pelo teste F, a 5% ou 1% de probabilidade, respectivamente; CV = coeficiente de variação.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Constatou-se para a soja, efeito significativo para as características altura de plantas, número de vagens por planta, número de grãos, produção de grãos, produção de massa verde e produção de massa seca no fator tratamentos e, número de vagens por planta para o fator ambiente (Tabela 2). Não houve interação para as características altura de plantas, diâmetro de caule, número de vagens por planta, altura da inserção da primeira vagem, massa de cem grãos, produção de massa verde e produção de massa seca. Assim, os tratamentos independem dos anos de plantio, que, por sua vez, independem dos tratamentos, sendo, portanto, estudados de forma isolada. Para as características número de grãos e produção de grãos, a interação foi significativa, mostrando influência dos anos de plantio nos tratamentos, sendo assim, feito o desdobramento de um fator dentro do outro.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), altura da inserção de primeira vagem (A1°V), massa de 100 grãos (M100), produção de grãos (PROD), produção de massa fresca (PMF) e produção de massa seca (PMS) de soja cultivada nas entrelinhas do pinhão-manso (SjP) e em consórcio com o sorgo na entrelinha do pinhão-manso (SjSgP), Gurupi-TO, safras 2010/2011(AMB1) e 2011/2012 (AMB2)

Fontes de variação	QM									
	GL	AP	DC	NVP	NGP	A1ºV	M100	PROD	PMV	PMS
Blocos (AMB)	6	31,08^{ns}	0,98^{ns}	125,22^{ns}	353,0^{ns}	21,9583^{ns}	0,89^{ns}	3660,12^{ns}	382730,58^{ns}	155293,54^{ns}
Trat. (T)	1	1290,6**	6,79^{ns}	1914,06**	10920,2**	0,00E+00^{ns}	7,56^{ns}	666943,88**	130759225,0**	13579390,82**
Amb. (A)	1	142,20^{ns}	2,21^{ns}	1350,56**	841,0^{ns}	16,000^{ns}	3,06^{ns}	1268,07^{ns}	1059870,25^{ns}	944827,74^{ns}
TxA	1	0,45^{ns}	7,54^{ns}	95,062^{ns}	1560,25*	0,2500^{ns}	5,06^{ns}	104542,28*	702244,0^{ns}	328876,44^{ns}
Resíduo	6	6	84,59	1,709	80,229	214,583	14,258	1,479	8338,302	465956,83
CV (%)			13,50	27,42	30,04	21,15	22,52	7,82	17,02	12,53
Média Geral			68,12	4,77	29,81	69,25	21,13	15,56	536,65	5449,38

ns: não significativos; * e **: valores significativos, pelo teste F, a 5% ou 1% de probabilidade, respectivamente; CV = Coeficiente de variação.

Para a característica altura de plantas de sorgo (Tabela 3) observou-se que, para o primeiro ano de cultivo o consórcio do sorgo nas entrelinhas do pinhão-manso (SgP) apresentou maior valor em relação ao consórcio do sorgo com a soja, o que pode ser explicado, primeiramente, pelo fato de que no primeiro ano de cultivo foram observadas maiores valores de precipitação durante o início do ciclo da cultura (Figuras 1 e 2).

O baixo conteúdo de água disponível para as plantas pode alterar alguns processos vitais, como potencial de água na folha, resistência estomática, fotossíntese, temperatura da cultura e murchamento da folha (O'Toole et al., 1984). Em segundo lugar, mesmo havendo uma boa disponibilidade de água no início do ciclo das culturas, o consórcio entre sorgo e soja nas entrelinhas do pinhão-manso apresentou valores inferiores ao cultivo do sorgo isolado, provavelmente pelo fato de ter ocorrido competição entre o sorgo e a soja por fatores como nutrientes e radiação solar, fazendo com que a característica de altura de plantas fosse afetada.

Já no segundo ano de cultivo observou-se o inverso, onde o cultivo do sorgo nas entrelinhas do pinhão-manso apresentou menor média (2,05 m) tanto em relação ao próprio tratamento no primeiro ano de cultivo, quanto ao tratamento do consórcio entre o sorgo e soja nas entrelinhas do pinhão-manso no segundo ano de cultivo (2,31 m). Tais resultados podem ser explicados, por menores precipitações ocorridas no período de desenvolvimento das culturas no segundo ano de cultivo (Figura 2), associado a uma baixa retenção de água pela característica arenosa do solo. Provavelmente, o cultivo de sorgo nas entrelinhas do pinhão-manso, por apresentar menor cobertura do solo, ocasionou maiores índices de evaporação e infiltração das águas das chuvas, assim, houve redução da disponibilidade de água no solo para a planta, afetando o seu desenvolvimento e consequentemente

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

o seu tamanho. No entanto, estes fatores não ocorreram no tratamento sorgo consorciado com soja nas entrelinhas do pinhão-manso, pois o consórcio proporcionou maior cobertura e reduziu os índices de infiltração e evaporação de água devido à presença de palhada, o que resultou em preservação da umidade do solo por maiores períodos, explicando a maior valor obtido em altura.

Tabela 3. Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF), de sorgo cultivado nas entrelinhas do pinhão-manso (SgP) e em consórcio com a soja nas entrelinhas do pinhão-manso (SjSgP), Gurupi-TO, safras 2010/2011(AMB1) e 2011/2012 (AMB2)

Sistemas de cultivo	AP (m)			DC (cm)			NF		
	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA
SgP	2,25 aA	2,05 bB	2,15	16,25	11,50	13,88 a	6,25 aB	9,25 bA	7,75
SjSgP	2,19 bB	2,31 aA	2,25	15,50	14,00	14,75 a	5,75 aB	10,75 aA	8,25
MÉDIA	2,22	2,18	------	15,88 A	12,75 B	------	6,00	10,00	------
CV (%)		1,39			9,41			7,22	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

De acordo com Taiz & Zeiger (2009), diversas mudanças fisiológicas, estruturais, anatômicas, morfológicas e bioquímicas ocorrem quando a planta é submetida a qualquer tipo de estresse, sendo que o estresse hídrico afeta principalmente o crescimento celular, reduzindo o desenvolvimento e a estatura das plantas. Por outro lado, Delmago et al. (2010) afirmam que a presença constante de culturas, na forma de cobertura verde e de palhada, interfere na radiação solar que chega a superfície do solo, diminuindo problemas advindos de sua exposição direta como: evaporação da água, estresse hídrico e temperatura.

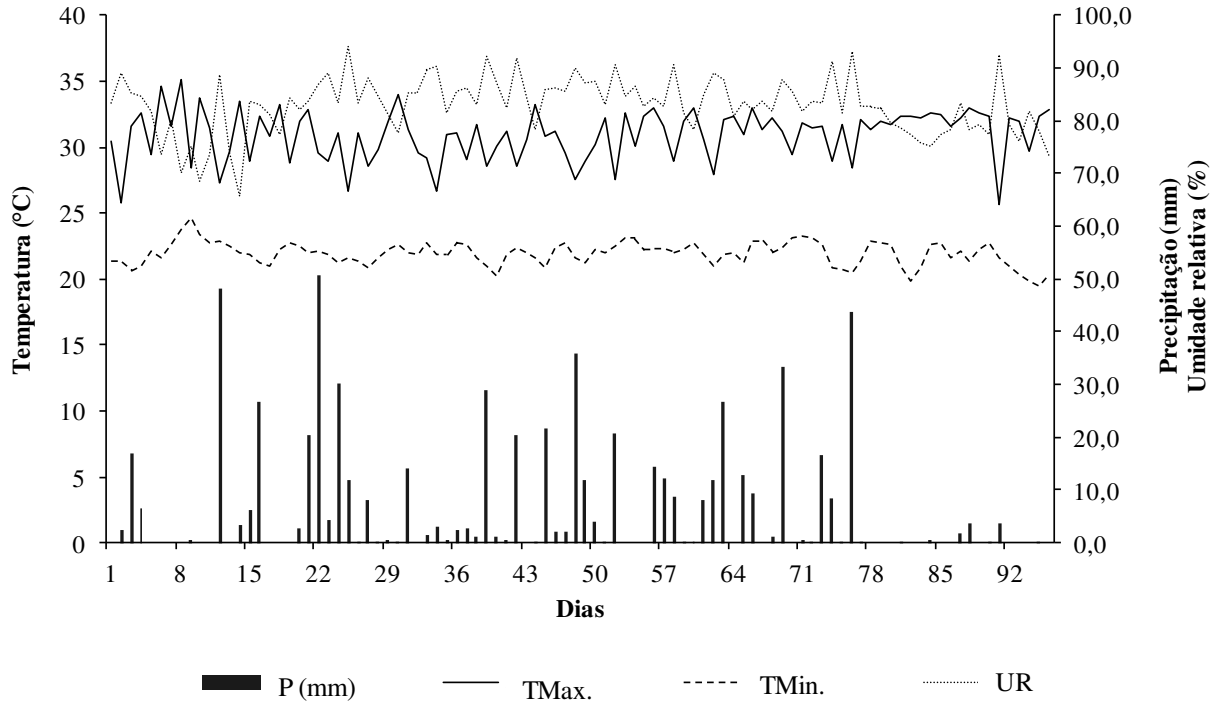

Figura 1. Temperatura, umidade relativa e precipitação com variação de 7 em 7 dias em Gurupi-TO, no período experimental (Janeiro de 2011 a Abril de 2011). Fonte: INMET/UFT.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

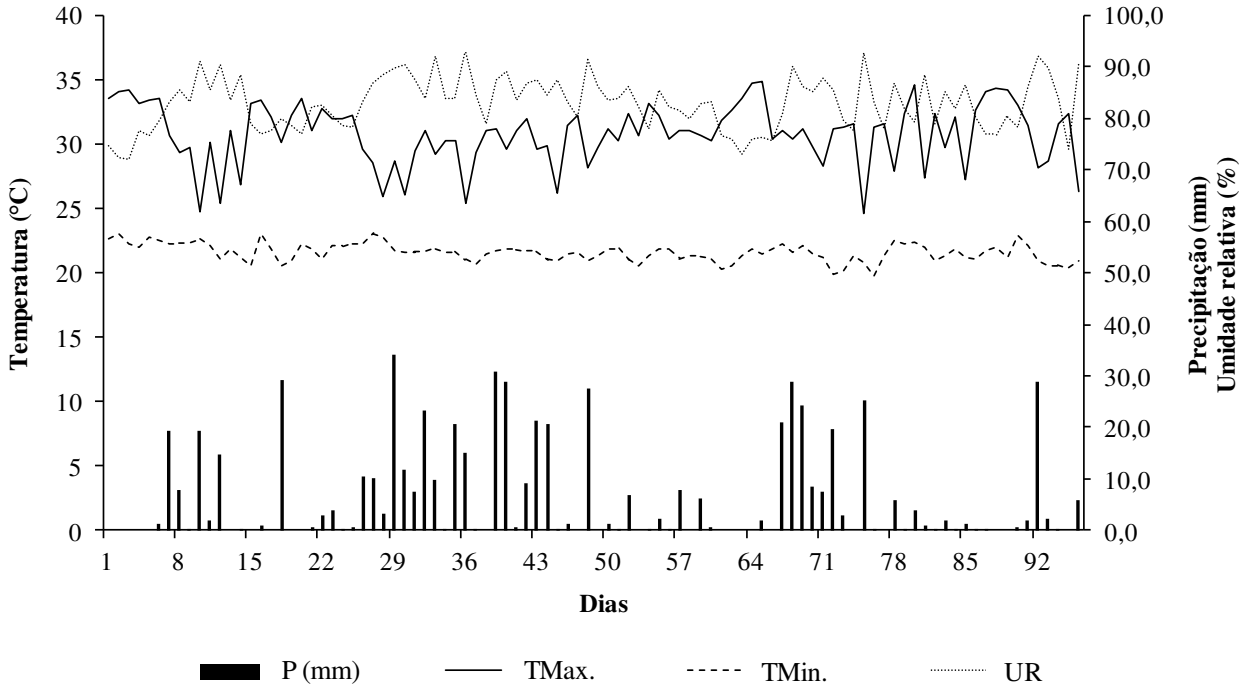

Figura 2. Temperatura, umidade relativa e precipitação com variação de 7 em 7 dias em Gurupi-TO, no período experimental (Dezembro de 2011 a Março de 2012). Fonte: INMET/UFT.

Para a característica diâmetro de colmo do sorgo (Tabela 3) observou-se maiores médias no primeiro ano de cultivo, fato que pode ser explicado pelos maiores valores de precipitação nos 30 primeiros dias de desenvolvimento da cultura (Figura 1). Notou-se ainda, que, o cultivo do sorgo solteiro ou em consórcio com a soja nas entrelinhas do pinhão-manso resulta em diâmetro de caule semelhante (aproximadamente 14 cm). Quanto ao número de folhas (Tabela 3), notou-se aumento quando o cultivo foi realizado no segundo ano, tanto no sorgo solteiro, quanto consorciado com soja. Esse último apresentou melhores condições para o desenvolvimento da cultura, onde a implantação do experimento foi realizada na forma de plantio direto, que devido a maior presença de palhada associada à fixação biológica de nitrogênio, fez com que o segundo ano apresentasse maiores médias quando comparado ao primeiro ano.

A palhada na superfície do solo em plantio direto promove aumento da infiltração e do armazenamento de água no solo, diminuição da temperatura superficial, aumento da atividade microbiana, e acúmulo superficial de nutrientes e de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo, entre outros (Bayer & Mielniczuk, 1999).

Outro fato importante a se destacar é que no primeiro ano de cultivo, o tratamento sorgo semeado nas entre linhas do pinhão-manso, obteve o mesmo número de folhas em relação ao consórcio do sorgo com a soja, evidenciando que os benefícios do consórcio ainda não são evidentes no primeiro ano de cultivo. No segundo ano, o consórcio entre soja e sorgo nas entrelinhas do pinhão-manso obteve maior número de folhas em relação ao sorgo cultivado isolado nas entre linhas do pinhão-manso.

Quanto à produção de massa verde (Tabela 4) nota-se que os ambientes resultaram em produções semelhantes, porém, houve diferença entre os tratamentos, sendo que, o consórcio entre sorgo e soja nas entrelinhas do pinhão-manso apresentou maior produção (31%) que quando o sorgo solteiro foi cultivado nas entrelinhas do pinhão-manso. A presença da fabacea, no caso, a soja, melhora consideravelmente a produção de massa verde do sorgo, principalmente pelo fato desta figurar como fonte alternativa de nitrogênio. Nessas consorciações, um dos principais benefícios é a transferência de compostos nitrogenados, derivados da fixação biológica de N através de exsudados radiculares, os quais podem estar disponíveis para a poácea (Eagleshan et al., 1981). Esses valores mostram-se satisfatórios quando comparados aos encontrados por Alcantara et al. (2011), os quais relataram que o consórcio entre sorgo e soja produziu 6,8% a mais de massa verde do que o

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

monocultivo de sorgo (2,3 t ha^{-1} a mais). Outros autores também encontraram vantagem com a utilização do sistema consorciado quando comparado ao monocultivo (Ghosh et al., 2009; Rezende et al., 2011). Os valores médios encontrados neste trabalho apresentaram diferença na produção de massa verde de 25,1 t ha^{-1} em relação ao sorgo solteiro cultivado nas entrelinhas do pinhão-manso.

Tabela 4. Valores médios de produção de massa verde (PMV), produção de massa seca (PMS) e número de nós (NN), de sorgo cultivado nas entrelinhas do pinhão-manso (SgP) e em consórcio com a soja nas entrelinhas do pinhão-manso (SjSgP), Gurupi-TO, safras 2010/2011(AMB1) e 2011/2012 (AMB2)

Sistemas de Cultivo	PMF (t ha^{-1})			PMS (t ha^{-1})			NN		
	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA
SgP	54,28	56,23	55,25 b	16,06	18,12	17,09 b	6,75 aB	8,75 bA	7,75
SjSgP	71,30	89,44	80,37 a	20,15	27,03	23,59 a	6,25 aB	9,75 aA	8,00
Média	62,79 A	72,83 A	------	18,11 B	22,58 A	------	6,50	9,25	------
CV(%)		15,00			15,62			6,35	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

Em relação à produção de massa seca (Tabela 4) nota-se que o segundo ano resultou em maior produção quando comparado ao primeiro ano independente do sistema de cultivo. O tratamento do consórcio entre o sorgo e a soja nas entrelinhas do pinhão-manso obteve valores médios superiores (27,55%) à produção de massa seca do tratamento onde o sorgo foi cultivado solteiro. Os resultados obtidos neste trabalho são superiores aos encontrados por Santos et al. (2009), na época normal de semeadura na região Sul de Minas Gerais, que descreveram produtividade de 21,0 t ha^{-1} de massa seca.

O número de nós do sorgo foi maior no segundo ano de cultivo (Tabela 4), fato semelhante ao acontecido com o número de folhas, independente do tratamento aplicado, mostrando que na medida em que se aumenta o número de nós, também se aumenta o número de folhas. Isso ocorre devido provavelmente às melhores condições climáticas e o efeito benéfico do consórcio. Os valores encontrados neste trabalho mostram-se inferiores aos encontrados por Silva et al. (2005) que relatam um rendimento médio de aproximadamente onze nós por planta.

Para a característica diâmetro de caule da soja (DC) e altura de inserção da primeira vagem (A1ºV), não foi observado diferença significativa entre os anos de cultivo e os tipos de consórcio (Tabela 5), mostrando que as condições oferecidas na pesquisa, bem como no espaçamento utilizado nos consórcios, não houve competição por luz entre as culturas a ponto de provocar o estiolamento nas plantas de soja e consequentemente aumentarem a A1ºV e reduzirem o DC. Outra provável explicação, é que as plantas de soja, possivelmente, sofreram o processo de estiolamento na mesma proporção, devido ao sombreamento ocasionado pela cultura do sorgo e do pinhão-manso, uma vez que a característica altura de inserção de primeira vagem, nos tratamentos, apresentou valor médio (21,13 cm) superior ao padrão da cultura (12 a 14 cm), o que ocasionou falta de significância para ambas as características. Watanabe et al. (2005) obtiveram valores de diâmetro de caule, superiores aos encontrados neste trabalho, apresentando valores médios entre sete e oito milímetros para a cultivar de soja BRS 133. Fidelis et al. (2011) avaliando desempenho de cultivares de soja semeadas sob pastagens degradadas, verificaram resultados semelhantes aos encontrados neste estudo, apresentando valores médios em torno de 19,60 cm para altura da inserção de primeira vagem.

Não houve diferença significativa na altura de plantas entre os anos de cultivo (Tabela 5). Entretanto, quando a soja foi plantada em cultivo misto com o sorgo, as médias de altura de plantas foram menores, devido provavelmente ao sombreamento causado pela cultura do sorgo na fase mediana e final do desenvolvimento da soja. Dessa forma, a soja no início do seu desenvolvimento, possivelmente sofreu o estiolamento para escapar do sombreamento causado pelo sorgo. Porém, com o passar do tempo o sorgo por apresentar porte maior, ocasionou intenso sombreamento, reduzindo a quantidade de radiação solar incidente sobre a soja, isto reduziu a atividade fotossintética e consequentemente o desenvolvimento e crescimento

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

da cultura. A capacidade fotossintética de folhas sombreadas é menor que a observada em folhas ao sol (Nascimento Júnior, 1986). Os valores encontrados neste trabalho são inferiores aos descritos por Fidelis et al. (2011), avaliando o desempenho de cultivares de soja semeadas sob pastagens degradadas, que verificaram valores médios em torno de 81,95 cm usando a mesma cultivar.

Tabela 5. Valores médios para diâmetro de caule (DC), altura de inserção de primeira vagem (A1°V) e altura de planta (AP) de soja cultivada nas entrelinhas do pinhão-manso (SjP) e em consórcio com o sorgo na entrelinha do pinhão-manso (SjSgP), Gurupi-TO, safras 2010/2011 (AMB1) e 2011/2012 (AMB2)

Sistemas de Cultivo	DC (mm)			A1°V (cm)			AP (cm)		
	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA
SjP	5,11	5,74	5,42 a	20,00	22,25	21,13 a	73,95	80,25	77,10 a
SjSgP	5,18	3,06	4,12 a	20,25	22,00	21,13 a	56,33	61,95	59,14 b
Média	5,14 A	4,40 A	------	20,13 A	22,13A	------	65,14 A	71,10 A	------
CV(%)		27,47			22,52			13,50	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

Para a característica número de vagens por planta (Tabela 6) pode-se inferir que o sombreamento feito pela cultura do sorgo foi, possivelmente, a principal causa da diferença entre o número de vagens por planta entre os consórcios, já que não houve sombreamento intenso no consórcio formado somente pela soja nas entrelinhas do pinhão-manso. Assim, as plantas se desenvolveram mais, atingindo maior altura e consequentemente apresentando maior número de vagens por planta. Segundo Jiang e Egli (1993) o sombreamento reduz o número de vagens por planta, sendo essa redução atribuída ao aumento da abscisão de flores e vagens e ao menor número de flores produzidas por planta. De acordo com esse autor, o sombreamento reduz também o número de nós da haste principal, assim como o de flores por nó.

Outra explicação provável, para as diferenças constatadas entre as modalidades de consórcio, é o efeito alelopático que a cultura do sorgo possui sobre outras culturas. Segundo Santos et al. (2012) o sorgo produz um composto com atividade biológica denominado de sorgoleone. Este composto alelopático, encontrado nos exsudados dos tricomas das raízes de sorgo, quando em contato com as plantas, prejudicam seu crescimento por atuarem, principalmente, na inibição da via fotossintética. Assim, estes compostos podem ter influenciado o desenvolvimento das plantas de soja, fazendo com que algumas características fossem afetadas. De acordo com Souza et al. (1999) o sorgoleone, foi testado sobre plantas de feijão, trigo, caruru e soja, levando nesta última a fitotoxicidade crescente à medida que se aumentou a concentração do composto, a qual refletiu na redução do porte da planta e um murchamento acentuado.

Tabela 6. Valores médios número de vagens por planta (NVP), número de grãos (NG) e massa de cem grãos (M100) de soja cultivada nas entrelinhas do pinhão-manso (SjP) e em consórcio com o sorgo na entrelinha do pinhão-manso (SjSgP), Gurupi-TO, safras 2010/2011 (AMB1) e 2011/2012 (AMB2)

Sistemas de Cultivo	NVP			NG			M100 (gr)		
	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA
SjP	47,50	34,00	40,75 a	92,75 aA	98,00 Aa	95,38	15,25	17,25	16,25 a
SjSgP	30,50	7,25	18,88 b	60,25 bA	26,00 bB	43,13	15,00	14,75	14,88 a
Média	39,00 A	20,63 B	------	76,50	62,00	------	15,13 A	16,00 A	------
CV(%)		30,04			21,15			7,82	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV=Coeficiente de variação.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Ainda em relação ao número de vagens por planta, observou-se que, no segundo ano de cultivo, os valores foram inferiores em relação ao primeiro ano. Isso se deveu principalmente ao fato de que, no segundo ano houve um atraso em relação a semeadura da soja, pois quando as plantas de soja estavam brotando os pombos presentes na área estavam comendo seus brotos. Assim a soja foi ressemeada e o problema corrigido, porém a cultura do sorgo já estava com certa altura, fazendo com que o sombreamento na cultura da soja fosse maior em relação ao primeiro ano de cultivo, o que resultou em menor desenvolvimento das plantas. Fidelis et al. (2011) avaliando desempenho de cultivares de soja semeadas sob pastagens degradadas, encontraram valores médios em torno de 49,25 vagens por planta para a mesma cultivar.

O consórcio entre soja e sorgo nas entrelinhas do pinhão-manso resultou em menor número de grãos por planta (Tabela 6) ocasionada pela interferência negativa do sombreamento que diminuiu o número de vagens por planta e consequentemente o número de grãos. Os valores deste trabalho assemelham-se aos encontrados por Panozzo et al. (2009) os quais obtiveram média de 74 grãos por planta para a cultivar CD-202.

O sistema de cultivo, bem como os anos, não influenciaram nas massas das sementes de soja (Tabela 6), mostrando que a quantidade de drenos (vagens e grãos) presentes na cultura, em ambos os anos, foram equivalentes ao acúmulo de fotoassimilados pela soja. Fidelis et al. (2011), avaliaram o desempenho de cultivares de soja semeadas sob pastagens degradadas, e encontraram valores médios em torno de 14,97 gramas para massa de cem grãos.

Para a característica produtividade de grãos da soja (Tabela 7), constatou-se que o consórcio entre soja e sorgo nas entrelinhas do pinhão-manso resultou em menor produtividade (560 kg ha^{-1}), o que era esperado, já que também resultou em menor número de vagens e número de grãos por planta. Esses valores são inferiores aos apresentados por Pelúzio et al. (2010), que encontraram produtividade média em torno de 1045 kg ha^{-1}. Porém, por se tratar de um plantio voltado para a agricultura familiar, visando à alimentação animal, a produtividade de grãos torna-se fator secundário, visto que a produção de silagem é a principal finalidade do plantio.

Tabela 7. Valores médios de produtividade de grãos (PROD), produção de massa fresca (PMF) e produção de massa seca (PMS) de soja cultivada nas entrelinhas do pinhão-manso (SjP) e em consórcio com o sorgo na entrelinha do pinhão-manso (SjSgP), Gurupi-To, safras 2010/2011 (AMB1) e 2011/2012 (AMB2)

Sistemas de Cultivo	PROD (kg ha^{-1})			PMF (t ha^{-1})			PMS (t ha^{-1})		
	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA	AMB1	AMB2	MÉDIA
SjP	668,89 aA	812,78 aA	740,82	7,84	8,78	8,31 a	2,66	3,44	3,05 a
SjSgP	422,22 bA	242,78 bB	332,49	2,54	2,64	2,59 b	1,11	1,31	1,21 b
Média	545,56	527,75	-------	5,19 A	5,71 A	--------	1,89 A	2,37 A	---------
CV(%)	17,02			12,53			21,44		

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

Pode-se inferir ainda que a produtividade de grãos para o consórcio entre soja e sorgo nas entrelinhas do pinhão-manso foi bastante afetada em função do sombreamento da soja. Por ser o sorgo de arquitetura alta e muito competitivo por água, luz e nutrientes, mesmo sob condições favoráveis de disponibilidade de nutrientes e regime hídrico, sofre pouco ou nada com o consórcio, ao contrário da soja, resultando em decréscimo do rendimento (Chagas et al., 1983).

Quanto às características produção de massa fresca e produção de massa seca (Tabela 7), devido ao sombreamento nos dois anos de plantio, observa-se médias inferiores ao tratamento da soja nas entrelinhas do pinhão-manso. Estudando o efeito da associação milho-soja na produção e composição química da silagem, utilizando a cultivar de soja IAC-8, Fichtner et al. (1989) obtiveram valores de matéria verde em torno de 4,11 t ha^{-1}, valores inferiores as encontrados neste trabalho (5,40 t ha^{-1}).

Os ambientes não influenciaram a produção de massa seca (Tabela 7), porém houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo que soja consorciada com o sorgo, apresentou os menores valores, pois com o sombreamento, o desenvolvimento das plantas de soja foi afetado, resultando numa redução na produção de massa seca. Lazarini et al. (2000) avaliando acúmulo de

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

massa seca em plantas de soja obtiveram valores de aproximadamente 8,0 t ha^{-1} usando a cultivar IAC-15, superiores aos encontrados neste trabalho, em que as maiores médias foram do tratamento soja nas entrelinhas do pinhão-manso, no segundo ano de cultivo, que atingiu média de 3,44 t ha^{-1}. Apesar dos valores inferiores de produção de massa seca apresentados pela cultura da soja em consórcio com o sorgo, pode-se inferir que provavelmente a soja beneficiou a cultura do sorgo por meio da fixação biológica de nitrogênio. Onde as transferências de compostos nitrogenados, derivados desta fixação, através de exsudados radiculares, podem estar disponíveis para a gramínea (Eagleshan et al., 1981). Esses contribuem para o aumento na produção de massa verde e massa seca do sorgo.

A avaliação da consorciação através do uso eficiente da terra (UET) revelou vantagem em rendimento de massa verde para o consórcio entre sorgo e soja nas entrelinhas do pinhão-manso em relação aos plantios isolados (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de Uso Eficiente da Terra (UET), do consórcio entre soja e sorgo com pinhão manso (SjSgP), em Gurupi-To, safras 2010/2011 (AMB1) e 2011/2012 (AMB2)

Sistema de Cultivo	UET	
	AMB1	AMB2
SjSgP	1,70	1,93

Os valores do uso eficiente da terra variaram de 1,70 (AMB1) a 1,93 (AMB2), significando que o consórcio apresentou mais eficiência no uso da terra em relação aos plantios isolados com vantagens que variaram de 70 % a 93 %. Valores estes superiores aos encontrados por Bezerra et al. (2007) que estudaram produtividade, componentes de rendimento e uso eficiente da terra nos consórcios, sorgo x feijão-de-corda, na proporção de plantio de 50% de plantas de sorgo e 50% de plantas de feijão-de-corda. Os autores encontraram valores médios de uso eficiente da terra em torno de 1,32, mostrando uma eficiência de 32% a mais quanto ao uso da terra quando comparados ao cultivo solteiro dessas culturas.

Conclusões

O sistema de cultivo solteiro resulta em melhor desempenho agronômico para a cultura da soja. O sistema de cultivo em consórcio resulta em melhor desempenho agronômico para a cultura do sorgo. O consórcio soja/sorgo mostra-se ser um sistema agronomicamente eficiente no uso da terra para fins forrageiros.

Referências

AKBAR, E.; YAAKOB, Z.; KAMARUDIN, S. K.; ISMAIL, M.; SALIMON, J. Characteristic and composition of *Jatropha curcas* oil seed from malaysia and its potential as biodiesel feedstock. **Scientific Research,** v.29, p.396-403, 2009.

ALCANTARA, H. P.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. R.; PASSOS, A. M. A.; BOTREL, E. P. Consórcio sorgo-soja. XVI. Cortes, épocas de semeadura e cultivares de soja na produção de forragem. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.116-124, 2011.

ANDREWS, D. J.; KASSAM, A. H. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. p.1-10 in: PAPENDICK, R. I.; SANCHEZ, A.; TRIPLETT, G. B. (Eds.), *Multiple Cropping*. ASA Special Publication 27. **American Society of Agronomy**, WI, 1976.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). Matéria orgânica do solo: fundamentos e caracterização. Porto Alegre: Gênesis, l999. p.9-26.

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; NETO, F. C. V. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.104-108, 2007.

CARPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável; perspectivas para uma extensão rural. Porto Alegre: EMATER-RS, 2001. 36p.

CHAGAS, J. M.; VIEIRA, C.; RAMALHO, M. A. P.; PEREIRA FILHO, I. A. Efeitos do intervalo entre fileiras de milho sobre o consórcio com a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.8; p.879-885, 1983.

CHIODEROLI, C. A. **Consorciação de braquiárias com milho outonal em sistema plantio direto como cultura antecessora da soja de verão na integração agricultura pecuária**. Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2010. 84p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2010.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; KRUGER, C. A. M. B.; BERGONCI, J. I.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Evaporação da água na superfície do solo em sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.780-790, 2010.

EAGLESHAM, A. R. J.; AYABANA, A.; RANGA RAO, V. & ESKEW, D. L. Improving the nitrogen nutrition of maize by intercropping with cowpea. **Soil Biology and Biochemistry**, v.13, p.169 – 171, 1981.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPERUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306p.

EVANGELISTA, A. R.; RESENDE, P. M.; MACIEL, G. A. **Uso da soja [*Glycine max (L.) Merrill*] na forma de forragem**. Lavras: UFLA, 2003. 36p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FICHTNER, S. S.; ELEUTÉRIO, A.; MONTEIRO, P. M. Efeito da associação milho-soja na produção e composição química da silagem. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** v.19, n.1, 1989.

FIDELIS, R. R.; PELUZIO, J. M.; PINTO, L. C.; CARVALHO, G. L.; NASCIMENTO, I. R.; RODRIGUES, A. M. Desempenho de cultivares de soja semeadas sob pastagens degradadas. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais,** v.7, n.1, 2011.

FRANCO, F. H. S.; MACHADO, Y.; TAKAHASHI, J. A.; KARAM, D.; GARCIA, Q. S. Quantificação de sorgoleone em extratos e raízes de sorgo sob diferentes períodos de armazenamento. **Planta Daninha**, v.29, p.953-962, 2011.

GRIS, C. F.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A.; BOTREL, E. P.; EVANGELISTA, A. R.; ANDRADE, M. J. B. Épocas de corte e cultivares na composição mineral de feno de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.413-419, 2008.

GHOSH, P. K.; TRIPATHIA, A. K.; BANDYOPADHYAY, K. K.; MANNAA, M. C. Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean/sorghum intercropping system. **European Journal of Agronomy**, v.31, n.1, p.43-50, 2009.

JIANG, H.; EGLI, D. B. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. **Agronomy Journal**, v.85, p.221-225, 1993.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estúdio de los climas de la terra. México, Fondo Cultura Economica. 1948. 479p.

LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; FERREIRA, R. C. Acúmulo de matéria seca em plantas de soja durante os estádios reprodutivos e qualidade fisiológica de sementes colhidas em diferentes fases do desenvolvimento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.153-162, 2000.

MENDONÇA, V. Z. de; MELLO, L. M. M. de; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.251-259, 2012.

MIRANDA, N. de O.; GÓES, G. B. de; ANDRADE NETO, R. C.; LIMA, A. S. Sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.202-206, 2010.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. Leguminosas - Espécies Disponíveis, Fixação de Nitrogênio e Problemas Fisiológicos para o Manejo de Consorciação. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 8, Anais…Piracicaba: FEALQ, 1986, p.390-411.

O'TOOLE, J. C.; TUNER, N. C.; NAMUCO, O. P.; DINGKUHN.; GOMES, K. A. Comparison of some crop water stress measurements methods. **Crop Science,** v.24, n.1, p.8-21, 1984.

PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F. B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FVZA**, v.16, n.1, p.32-41. 2009.

PELUZIO, J. M.; AFFÉRRI, F. S.; MONTEIRO, F. J.F.; MELO, A.V.; PIMENTA, R. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.427-434, 2010.

RAGAGNIN, V. A.; SENA JÚNIOR, D. G.; SILVEIRA NETO, A. N. Recomendação de calagem a taxa variada sob diferentes intensidades de amostragem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.14, n.6, p.600–607, 2010.

RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHEIM, H. M. Biodiesel: Um Projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.31, p.28-37, 2003.

REJILA, S.; VIJAYAKUMAR, N. Allelopathic effect of Jatropha curcas on selected intercropping plants (Green Chilli and Sesame). **Journal of Phytology**, Humnabad, v.3, n.5, p.01-03, 2011.

REZENDE, P. M. de; ALCANTARA, H. P. de; PASSOS, A. M. A. dos; CARVALHO, E. R.; BALIZA, D. P.; OLIVEIRA, G. T. M. de. Rendimento forrageiro da rebrota do sorgo em sistema de produção consorciado com soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.362-368, 2011.

REZENDE, P. M.; SILVA A. G. da; CORTE, E.; BOTREL, E. P. Consórcio sorgo-soja. V. Comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.369-374, 2001.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.07, n.1, p.37-48, 2006.

SANTOS, I. L. V. L.; SILVA, C. R. C.; SANTOS, S. L.; MAIA, M. M. D. Sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. **Arquivos do Instituto Biológico,** v. 79, n. 1, p. 135-144, 2012.

SANTOS, J. P.; REZENDE, P. M.; BOTREL, E. P.; PASSOS, A. M. A.; CARVALHO, E. A.; REIS, E. Consórcio sorgo-soja XIII: Efeito de sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho forrageiro do sorgo. **Ciência e Agrotecnologia,** v.33, n.2 p.397-404, 2009.

SILVA, A. G.; ROCHA, V. S.; CECON, P. R.; PORTUGAL, A. F.; PINA FILHO, O. C. Avaliação dos caracteres agronômicos de cultivares de Sorgo forrageiro sob diferentes condições termofotoperiódicas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.28-44, 2005.

SOUZA, C. N.; SOUZA, I. T.; PASQUAL, M. Extração e ação de sorgoleone sobre o crescimento de plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 2, p. 331-338, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

WATANABE, R.T.; FIORETTO, R.A.; FONSECA, I.B.; SEIFERT, A.L.; SANTIAGO, D.C.; CRESTE, J.E.; HARADA, A.; CUCOLOTTO, M. Produtividade da cultura da soja em função da densidade populacional e da porcentagem de cátions (Ca, Mg e K) no complexo sortivo do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, n.04, p.477-484, 2005.