

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CONSÓRCIO DE PINHÃO-MANSO COM ESPÉCIES
FORRAGEIRAS E PRODUTORAS DE GRÃOS**

JOÃO ALFREDO NETO DA SILVA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2011**

**CONSÓRCIO DE PINHÃO-MANSO COM ESPÉCIES
FORRAGEIRAS E PRODUTORAS DE GRÃOS**

JOÃO ALFREDO NETO DA SILVA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

633.850981471
S586c

Silva, João Alfredo Neto da.

Consórcio de pinhão-manso com espécies forrageiras e produtoras de grãos. / João Alfredo Neto da Silva. – Dourados, MS : UFGD, 2011.

101 f.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) –
Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Pinhão-manso - Dourados. 2. Pinhão-manso - Cultivo. 3. Planta oleaginosa. I. Título.

CONSÓRCIO DE PINHÃO-MANSO COM ESPÉCIES FORRAGEIRAS E PRODUTORAS DE GRÃOS

por

João Alfredo Neto da Silva

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovado em: 11 de fevereiro de 2011

Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza
Orientador - UFGD/FCA

Prof. Dr. Antonio Carlos Tadeu Vitorino
Co-orientador – UFGD/FCA

Prof. Dr. José Hortêncio Mota
UFG

Prof. Dr. Munir Mauad
UFGD/FCA

*“Destruam as cidades e conservem os campos, e as cidades ressurgirão.
Destruam os campos e conservem as cidades, e estas sucumbirão.”*

Abraham Lincoln

Ofereço

A DEUS por ser a razão do meu existir e fonte de toda força que precisei....

*aos meus pais JOSÉ FULGÊNCIO DA SILVA & RENATA KAMPHORST DA SILVA,
que me deram além da vida, respeito, educação e condições
de estudo em todos os momentos de minha vida.....,*

*.....aos meus queridos irmãos NEUSA, NEIVA & CESAR, pelo apoio dedicado
durante esta minha caminhada.*

DEDICO

Dedico aos meus familiares e amigos que me apoiaram e incentivaram para a conquista desta vitória após anos de luta e dedicação. Nesta caminhada muitas vezes me perguntava se tanto esforço valeria a pena, a alegria de estar concluindo esta etapa responde todas aquelas dúvidas.

*Dedico, principalmente a você que me ensinou ser curioso, interessado,
dedicado em tudo aquilo que faço.....*

*.....dedico, a você meu irmão. Você, Cesar José da Silva,
é o exemplo que procuro seguir sempre.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a DEUS pela vida.

A Cristiano Márcio Alves de Souza pela valiosa orientação e apoio durante a execução deste trabalho.

A Universidade Federal da Grande Dourado, pela oportunidade da realização deste trabalho e de aperfeiçoamento de meus estudos.

A todos os professores e funcionários desta instituição que colaboraram para o desenvolvimento do curso.

Ao Dr. Cesar José da Silva, pela orientação, exemplo profissional, amizade e confiança.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

A Embrapa Agropecuária Oeste, pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos colegas de mestrado pelos momentos de descontração que passamos juntos.

Ao Proprietário da Fazenda Paraíso Sr. Ernest Ferter e funcionários, por ter cedido área para a realização de diversos trabalhos e pelo intenso apoio prestado.

Aos amigos e colegas, pela amizade e pela ajuda prestada nas horas de maior necessidade na execução deste trabalho.

A minha namorada Márcia Luiza Santos, pela paciência, palavras de apoio e carinho nos momentos difíceis.

Os meus mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que, de alguma forma, embora não aqui mencionadas, sabem que contribuíram, incentivaram e facilitaram a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
3. ARTIGO 1	7
PRODUÇÃO DE PINHÃO-MANSO CONSORCIADO COM DIFERENTES ESPÉCIES FORRAGEIRAS E PRODUTORAS DE GRÃOS	7
3.1. Resumo	7
3.2. Abstract.....	8
3.3. Introdução.....	9
3.4. Material e métodos	11
3.5. Resultados e discussão	14
3.6. Conclusões.....	26
3.7. Referências bibliográficas	27
4. ARTIGO 2	30
CONSÓRCIO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS E DE COBERTURA DO SOLO COM PINHÃO-MANSO	30
4.1. Resumo	30
4.2. Abstract.....	31
4.3. Introdução.....	32
4.4. Material e métodos	34
4.5. Resultados e discussão	37
4.6. Conclusões.....	45
4.7. Referências bibliográficas	46
5. ARTIGO 3	48
CONSÓRCIO DE CULTURAS ANUAIS COM PINHÃO-MANSO	48
5.1. Resumo	48
5.2. Abstract.....	49
5.3. Introdução.....	50
5.4. Material e métodos	52
5.5. Resultados e discussão	55

5.6. Conclusões.....	69
5.7. Referências bibliográficas	70
6. ARTIGO 4	72
ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO SUBMETIDO A DOIS SISTEMAS DE MANEJO E DIFERENTES PLANTAS FORRAGEIRAS E PRODUTORAS DE GRÃOS	72
6.1. Resumo	72
6.2. Abstract.....	73
6.3. Introdução.....	74
6.4. Material e métodos	76
6.5. Resultados e discussão	79
6.6. Conclusões.....	95
6.7. Referências bibliográficas	96
7. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	100
8. AGRADECIMENTOS	101

RESUMO

SILVA, João Alfredo Neto da, M.Sc., Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro de 2011. Consórcio de pinhão-manso com espécies forrageiras e produtoras de grãos. Orientador: Cristiano Márcio Alves de Souza. Co-orientadores: Cesar José da Silva, Antonio Carlos Tadeu Vitorino.

Considerando o potencial do Brasil para se tornar um dos maiores produtores de biodiesel do mundo, e a rápida expansão da demanda mundial por biocombustíveis, devido à preocupação com a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa, tratando-se de uma espécie ainda em domesticação e sem muitos estudos e tecnologias, tem-se necessidade de se realizar pesquisas, para consolidar esse novo modelo. Com o objetivo de alcançar estes resultados o presente trabalho avaliou a produção de grãos e óleo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e diferentes espécies de plantas forrageiras e produtoras de grãos, cultivadas nas entrelinhas do pinhão manso, e também atributos químicos do solo em função dos tratamentos. O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, que está localizado nas coordenadas geográficas com Latitude Sul 22°05'44" e Longitude W 55°18'48", no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho Distrófico, solos com teores médios de 200 g kg⁻¹ de argila. O pinhão-manso foi implantado em novembro de 2006, por meio de semeadura direta no campo, realizada no espaçamento de 3 x 2 m, deixando-se uma planta/cova. Nas safras 2006/07 e 2007/08 foram realizadas a condução e tratos culturais, normalmente empregados para a cultura. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras com seis plantas por fileira. Os tratamentos constituintes foram: (T1: pinhão-manso não teve nenhuma espécie cultivada nas entrelinhas (pinhão-manso solteiro); T2: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T3: braquiária-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T4: braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T5: braquiária-humidícola (*Brachiaria humidicola*); T6: capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai); T7: sistema de rotação 1 (Amendoim -Crambe- feijão- milho); T8: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T9: crotalária (*Crotalaria spectabilis*); T10: sistema de rotação 2 (milho safrinha – crambe - soja - amendoim) e T11: sistema de rotação 3 (feijão-caupi - nabo - milho – feijão-caupi)). Cada tratamento teve uma parcela com a cultura solteira como testemunha. Os tratamentos foram implantados no ano agrícola de 2009 com o espaçamento e densidade de plantio específico para cada espécie. O peso de 100 grãos, a produção de grãos e a produção de óleo de pinhão-manso, não foram influenciados pelos tratamentos nas entre linhas. O teor de óleo total nas sementes de pinhão-manso foi influenciado pelos tratamentos. A altura de plantas, diâmetro da copa, diâmetro do caule e o número de galhos de pinhão-manso não sofreram influencia pelos tratamentos. Na média dos tratamentos, a safra 2009/2010 teve maiores altura de plantas, diâmetro da copa, diâmetro do caule e o número de galhos. As espécies consorciadas não influenciaram o desenvolvimento e nos indicadores de produção do pinhão-manso, sendo assim a cultura do pinhão-manso pode ser cultivada em consórcio com todas as espécies estudadas. A produtividade de massa seca e a altura média de plantas, das diferentes espécies consorciadas com pinhão-manso, apresentaram resposta entre espécies e sistemas de cultivo. Comparando-se os sistemas, na média das espécies estudadas, o cultivo consorciado resultou em maior altura de plantas. O sistema de

cultivo consorciado proporcionou ainda, a menor sazonalidade na produção de massa seca no consórcio. Observando-se a produção de massa ao longo do ano, nos dois sistemas de cultivo, fica evidente a menor variação, especialmente entre jul/09 e mar/10, para o sistema consorciado. Este comportamento pode estar ligado à interação entre as plantas de cobertura e o pinhão-manso, que com a queda e a decomposição das folhas no outono/inverno, pode estar contribuindo para manutenção da umidade do solo e para melhorias nas condições químicas e biológicas do solo. A espécie que demonstrou maior adaptação para o cultivo consorciado nas entrelinhas da cultura do pinhão-manso foi o capim-massai, apresentando maior produção de massa seca. Porém, todas as espécies estudadas apresentaram desempenho agrônomo para uso como cobertura do solo ou forrageira, independente do sistema de cultivo, nas condições de Dourados - MS. As cultivares de feijão-caupi testadas na safrinha 2008/09 e 2009/10, apresentaram produtividade satisfatória quando cultivadas em consórcio com pinhão-manso; dessa forma, podem ser cultivadas neste sistema de cultivo. A cultivar de milho BRS 1010 apresentou maior produtividade no sistema consorciado na safrinha 2009 e a BRS 106 na safrinha 2010. As cultivares de nabo-forrageiro apresentaram produtividade satisfatória no sistema de cultivo consorciado, sendo as mesmas indicadas para o cultivo nas entrelinhas do pinhão-manso. Na safra 2009/10, o milho e soja apresentaram produtividade muito baixa; dessa forma, não se adaptaram para o consórcio, na safra, destas espécies em consórcio com pinhão-manso com três anos, quando utilizado o espaçamento de 3x2 para o pinhão-manso. As plantas de cobertura do solo e sistemas de rotação testados contribuíram para a melhoria da fertilidade do solo. Os elementos P e K foram os mais afetados pelos sistemas de rotação com culturas anuais. Os elementos Ca e Mg foram os mais afetados pelo cultivo das forrageiras. A testemunha no sistema consorciado (pinhão-manso solteiro) apresentou maiores teores de matéria orgânica e fósforo em relação à testemunha do sistema de cultivo solteiro (pousio total).

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., consórcio, sistemas de cultivo, produção de massa, cobertura do solo.

ABSTRACT

SILVA, João Alfredo Neto da, M.Sc., Federal University of Grande Dourados, fevereiro of 2011. *Jatropha curcas* L. intercropping with forages and grain producer. Adviser: Cristiano Márcio Alves de Souza. Co-advisor: Cesar José da Silva, Antonio Carlos Tadeu Vitorino.

Considering Brazil's potential to become one of the biggest biodiesel worldwide producers, and the fast expansion of the global demand for biofuels, due to the concern with reducing emissions of greenhouse gases, since it is a case of an untamed species and without many studies and technologies, there is a need of researching to consolidate this new model. With the aim of reaching these results, this paper evaluated the grain yield and *Jatropha curcas* L. oil and different kinds of forages and grain producer, grown between the rows of *Jatropha curcas* L., and also, the soil chemical attributes depending on the treatments. The design was conducted in the experimental plot at Embrapa Agricultural West, in partnership with Paraíso Farm, located at coordinates 22° 05' 44" S and 55° 18' 48" W, in the District of Itahum, Dourados, in an area of Dystrophic Red Latosol, soils with an average of 200 g kg⁻¹ clay. The *Jatropha curcas* L. was first introduced in November 2006, through tillage system, carried out in the 3 x 2 m spacing, leaving one plant/burrow. During the crops of 2006/07 and 2007/08, it was carried out the conduction and crops treatments, generally used for the crop. The experimental plots were made by four rows with six plants per row. The treatments were: (T1: *Jatropha curcas* L. didn't have any grown species between the rows (single *Jatropha curcas* L.); T2: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T3: brachiaria-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T4: Brachiaria-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T5: brachiaria-humidicola (*Brachiaria-humidicola*); T6: grass-massai (*Panicum maximum* cv. Massai); T7: rotation system 1 (peanut–crambe–beans–corn); T8: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T9: crotalaria (*Crotalaria spectabilis*); T10: rotation system 2 (season corn–crambe–soybeans–peanut) and T11: rotation system 3 (caupi–beans – turnip–corn– caupi–beans). Each treatment had a parcel with a single crop where *Jatropha curcas* L. didn't have any grown species between the rows (single *Jatropha curcas* L.). The treatments started in the agricultural year of 2009 with the spacing and sowing density specific to each species. The weight of a hundred grains, the grain yield and the *Jatropha curcas* L. oil yield weren't influenced by the treatments between rows. The total oil content in the seeds of *Jatropha curcas* L. was influenced by treatments. The plants height, the canopy diameter, the log diameter and the number of main branches of *Jatropha curcas* L. didn't have any kind of influence by treatments. In an average, the 2009/2010 crop had the maximum plants height, canopy diameter, the log diameter and number of branches. The intercropped species didn't influence the development and the indexes of *Jatropha curcas* L. production. Thus, the *Jatropha curcas* L. growing can be grown intercropped with all the studied species. The dry matter yield and the average plants height, from the different species intercropped with *Jatropha curcas* L., showed a response among species and cropping systems. Comparing the systems, in the average of the studied species, the intercropped sowing had a greater plants height. The intercropped sowing system also provided the lowest seasonal dry matter yield in the intercropping. Observing the matter production during the year, in both cropping systems, it's clear the smallest change, especially between July/09 and March/2010, for the intercropped system. This behavior may be linked to the interaction among the cover plants and *Jatropha curcas* L., that with the leaves falling and decomposition

during fall/winter, may be contributing to maintain the soil moisture and improve its chemical and biological conditions. The species that showed a better adaptation to the intercropped sowing between the rows of *Jatropha curcas* L. growing was massai-grass, showing higher dry matter production. However, all the studied species had agronomic performance to be used as soil covering or forage, regardless to the growing system, in Dourados-MS. The caupi-beans crops tested during 2008/09 and 2009/10 season crop showed satisfactory yield when sowed intercropped with *Jatropha curcas* L.; thus, they can be grown in this growing system. The BRS 1010 corn crop had better results in the intercropped system during 2009 season crop and BRS 106 during 2010 one. The turnip crops had satisfactory yield in the intercropped sowing system, being the same ones indicated to the *Jatropha curcas* L. crop between rows. In 2009/10 crop, the corn and soybeans showed a very low yield; so, they didn't adapt themselves to the intercropping, during the crop, of these species intercropped with *Jatropha curcas* L. that was 3 years old, when it was used the 3 x 2 spacing for the *Jatropha curcas* L.. The soil plants cover and rotation systems were tested and contributed to the improvement of soil fertility. The P and K elements were the most affected by the rotation systems with yearly crop. Ca and Mg elements were the most affected by forage crop. In the system where *Jatropha curcas* L. didn't have any grown species between the rows (single *Jatropha curcas* L.), the intercropped system (single *Jatropha curcas* L.) had higher levels of organic matter and phosphorus regarding to that trial of single cropping system (total fallow).

Key words: *Jatropha curcas* L., intercropping, cropping system, mass yield, soil covering.

INTRODUÇÃO GERAL

A rápida expansão nos últimos anos da demanda mundial por biocombustíveis ocorreu devido à preocupação com a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa até 2012, como determina o Protocolo de Kyoto. Essa demanda é verificada também no Brasil, pela necessidade de diminuir a dependência de derivados de petróleo nas matrizes energéticas nacionais e pelo incentivo à agricultura e às indústrias locais (NAPOLEÃO, 2005).

A necessidade dos países desenvolvidos atenderem os compromissos de redução de emissões de gases de efeito estufa e a instabilidade do mercado de combustíveis fósseis está possibilitando ao Brasil tornar-se, em curto prazo, no principal fornecedor de biocombustíveis ao mercado internacional (NAPOLEÃO, 2005).

Provavelmente com este objetivo, em 2004 o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), para estimular a produção de biodiesel a partir de diversas fontes oleaginosas.

A redução da emissão de fuligem e da liberação de hidrocarboneto são algumas das várias vantagens da adoção de biodiesel em relação ao diesel fóssil (AZEVEDO e LIMA, 2001). Além disso, comparado com o diesel, o biodiesel é biodegradável, e uma das vantagens de sua produção refere-se à possibilidade de ser usado puro em motores de ciclo diesel ou em misturas com óleo diesel em diferentes proporções, exigindo pouca ou nenhuma alteração de elementos do motor (AZEVEDO e LIMA, 2001).

O Brasil apresenta reais condições para se tornar um dos maiores produtores de biodiesel do mundo, por dispor de solo e clima adequados ao cultivo de oleaginosas (MIRAGAYA, 2005).

O pinhão-mansão está sendo considerado uma das mais promissoras oleaginosas do sudeste, centro-oeste e nordeste do Brasil para a substituição do diesel de petróleo (PERIN et al., 2000). O plantio de áreas com esta espécie vem crescendo tanto por pequenos agricultores como por empresas agrícolas que buscam explorar novos nichos de mercado devido ao incentivo criado pelo governo federal brasileiro a partir do Programa de Biodiesel (TEIXEIRA, 2005).

Para Purcino e Drummond (1986), o pinhão-mansão é uma planta produtora de óleo com todas as qualidades necessárias para ser transformado em biodiesel. Além de

perene e de fácil cultivo, apresenta boa conservação da semente colhida, podendo ser esta oleaginosa uma excelente alternativa para a produção de óleo vegetal na cadeia do biodiesel, podendo ser consorciada com outras culturas maximizando o uso da terra e aumentando a fonte de renda das propriedades rurais.

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie perene, monóica que pertencente à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona. O gênero *Jatropha* tem 170 espécies conhecidas (HELLER, 1996). Acredita-se que seja originário da América Central (HELLER, 1996) ou mesmo do Brasil, regiões onde parece vegetar espontaneamente. Trata-se de um arbusto de crescimento rápido, que pode atingir quatro metros de altura. Seu tronco verde, de lenho mole e medula branca, pode atingir 20 cm de diâmetro, sendo por isso muito usado em cerca viva no norte de Minas, é uma planta caducifólia que inicia produção já no primeiro ano de campo e atinge seu clímax produtivo aos quatro anos, permanecendo produtiva por pelo menos 40 anos (ARRUDA, 2004; NUNES, 2007).

Além da reprodução sexuada, o pinhão-manso tem propagação vegetativa via estacas e enxertia. Em termos edafoclimáticos, pode ser classificada como planta rústica, pouco exigente, vegetando e produzindo melhor com um mínimo de precipitação anual de 600 mm, e sob temperaturas médias moderadas a altas, típicas das regiões semi-áridas (ARRUDA, 2004; NUNES, 2007).

O teor de óleo nas sementes de pinhão-manso tem variação média de 38%, com base no peso seco (ÉGUIA, 2006). Esse óleo é inodoro, incolor, muito fluído, porém solidificando-se a -10 °C, solúvel em benzina e água e insolúvel em álcool 96°C. Sua toxidez pode ser eliminada por aquecimento em solução aquosa a 100°C por 15 minutos (SOUZA, 2006). DaimlerCrysler e Fiat comprovaram seu valor como carburante de motores de ciclo diesel (ÉGUIA, 2006). O armazenamento das sementes, mesmo por um ano, não acarreta acidez livre excessiva (SATURNINO et al., 2005; HEIFFIG & CÂMARA, 2006). Inferindo sobre a planta e analisando as características tecnológicas do óleo de pinhão-manso, Melo et al. (2006) também concluíram pela sua adequação e viabilidade para biodiesel.

O co-produto principal do pinhão-manso é a torta, rica em N, P, K e matéria orgânica, empregada como fertilizante e tendo efeito nematicida. Quando destoxificada pode ser usada como ração animal, à semelhança da torta de mamona, contendo 57% de proteína. A casca dos pinhões pode ser usada como carvão vegetal e matéria-prima para papel (ÉGUIA, 2006).

A utilização do pinhão-mansão, como matéria-prima para a produção de biodiesel, vem sendo amplamente discutida e avaliada, uma vez que esta é uma promissora cultura a ser implantada em áreas que não apresentem características edafoclimáticas favoráveis (HEIFFIG e CÂMARA, 2006; SLUSZZ e MACHADO, 2006).

Segundo Perin et al. (2000), a cultura do pinhão-mansão pode ser utilizada na conservação do solo, pois o cobre com uma camada de matéria seca, reduzindo; dessa forma, a erosão e a perda de água por evaporação, evitando escoamento superficial e enriquecendo o solo com matéria orgânica decomposta.

Para Perin et al. (2000), o consórcio do pinhão-mansão com outras culturas, como arroz, feijão, milho e hortícolas de modo geral está tomando espaço entre produtores. O produtor que adotar este sistema, utilizando nas entre linhas produtos de subsistência, estará fazendo sua parte contra a fome no mundo e proporcionará maior rentabilidade pelo uso intensivo do solo não ficando dependente de uma única cultura.

O consórcio entre culturas perenes com espécies de plantas de cobertura demonstra grande eficiência no controle da erosão, via manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo, propiciando também o aumento da disponibilidade de nutrientes (ALVARENGA et al., 2001).

Da mesma forma, o consórcio do pinhão-mansão com pastagens, para exploração da pecuária leiteira, é outra oportunidade de desenvolvimento tecnológico direcionado para a agricultura brasileira, em especial a agricultura familiar (MULLER, 2008). Além da pecuária leiteira existe a possibilidade de exploração da ovinocultura e pecuária de corte.

Para a produção de matéria-prima para biodiesel existe a necessidade de se estudar, monitorar e planejar métodos e maneiras eficientes de conduzir a cultura do pinhão-mansão dando apoio e base para a exploração da cultura economicamente rentável. Isso visando a melhor forma de conduzi-la, sem afetar a saúde humana, animal e sem contaminar o meio ambiente.

A eficiência e as vantagens de um sistema consorciado fundamentam-se, principalmente, na complementaridade entre as culturas envolvidas, sendo que serão tanto maiores quanto menores forem os efeitos negativos estabelecidos de uma cultura sobre a outra (CERETTA, 1986). Por isso, torna-se muito importante avaliar o manejo das espécies em cultivo consorciado, a fim de se ter menor competição pelos recursos a serem utilizados pelas mesmas.

Outras vantagens atribuídas aos cultivos consorciados são: maior eficiência na utilização da terra, diminuição dos riscos de perdas totais, melhor uso dos recursos ambientais, diminuição do uso de insumos não renováveis, tais como fertilizantes e agrotóxicos, ou pelo menos uso mais racional dos mesmos (CERETTA, 1986).

Porém para realizar o consórcio deve-se conhecer as espécies vegetais a serem utilizadas no sistema de consorciação de culturas, quanto à sua produção de matéria seca e tempo de decomposição, que interferem diretamente na quantidade de palha sobre o solo e, conseqüentemente, nos seus atributos químicos, entre eles a CTC, que afetam diretamente a dinâmica de cátions no solo (ANDREOTTI et al., 2008).

Nesse sentido, o uso de plantas de cobertura simultaneamente ao cultivo de pinhão-manso visa à prevenção da erosão do solo, inibição do crescimento de plantas espontâneas indesejáveis, fixação biológica de nitrogênio e o aporte de matéria orgânica, reduzindo a dependência por fontes minerais de nutrientes e conferindo um balanço energético mais positivo ao sistema de produção.

Desse modo, as espécies consorciadas podem interferir no estado nutricional da cultura e no rendimento de grãos em sistemas de consórcio, depende das condições de solo, de clima, das espécies utilizadas e do manejo empregado. Nos sistemas de consórcio, as pesquisas ainda são incipientes, e existem poucos resultados sobre a influência das plantas cultivadas em consórcio para produção da cultura principal e das possíveis melhorias que possam propiciar ao solo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o consórcio de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), com espécies forrageiras e produtoras de grãos.

Este trabalho encerra quatro artigos, todos realizados em Latossolo Vermelho Distrófico, analisando a produção do pinhão-manso sob o efeito de diferentes espécies cultivadas nas entrelinhas. No primeiro é descrito a influencia dos consórcios, sobre a produção, teor de óleo e características biométricas do pinhão-manso. O segundo envolve o consórcio de espécies forrageiras e de cobertura do solo com pinhão-manso. No terceiro avalia-se o consórcio de espécies anuais cultivadas nas entrelinhas pinhão-manso. No quarto avaliam-se os atributos químicos do solo em função dos sistemas de manejo e das plantas forrageiras e culturas produtoras de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, jan./fev. 2001.

ANDREOTTI, M. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.

ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de Pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.) como alternativa para o Semi-árido Nordeste. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799, jan-abr. 2004.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. O Agronegócio da Mamona no Brasil. Brasília, **Embrapa Informação Tecnológica**, 2001. 350p.

CERETTA, C. A. **Sistema de cultivo de mandioca em fileiras simples e duplas em monocultivo e consorciada com girassol**. 1986. 122f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

ÉGUIA, M. T. J. **Pinhão-manso e biodiesel**. In: Seminário Potencial do pinhão-manso para o programa nacional do biodiesel. Disponível em: www.fepad.org.br. Acesso em: maio de 2010.

HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S. Potencial da cultura do pinhão-manso como fonte de matéria-prima para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. In: CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, L.S. (Coord.) **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: matérias-primas para biodiesel**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2006. p. 105 – 121.

HELLER, J. **Physic nut (*Jatropha curcas* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 1**. Roma: IBPGR, 1996, 66p. (IBPGR 161).

MELO, J.C.; BRANDER JUNIOR, W.; CAMPOS, R.J.A.; PACHECO, J.G.A.; SCHULER, A.R.P.; STRAGEVITCH, L. **Avaliação preliminar do potencial do pinhão-manso para a produção de biodiesel**. In: Congresso da rede brasileira de tecnologia de biodiesel, 1, 2006, Brasília. Anais..., Brasília: MCT/ABIPTI, 2006. v.2, p.198-203.

MIRAGAYA, J.C.G. **Biodiesel: tendências no mundo e no Brasil**. In: Informe Agropecuário. Produção de oleaginosas para biodiesel. EPAMIG. Belo Horizonte, v.26, n.229, p. 7-13, 2005.

MULLER, M. **Produção Consorciada de alimentos e energia pela agricultura familiar: Cultivo de oleaginosas perenes**. Embrapa Gado de Leite edição nº 20 do informativo eletrônico, Panorama do Leite, de 1º de Agosto de 2008.

NAPOLEÃO, B.A. Biodiesel: alternativa econômica, social e ambiental para o Brasil. **Informe Agropecuário**. Produção de oleaginosas para biodiesel. EPAMIG. Belo Horizonte, v.26, n.229, p.3, 2005.

NUNES, C.F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)**. Lavras, 2007. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2007.

PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G. M. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização como cobertura viva permanente de solo. **Agronomia**, Seropédica, v. 34, n.1/2, p.38-43, jan./dez. 2000.

PURCINO, A. A. C.; DRUMMOND, O.A. **Pinhão-manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7p.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.44-78, 2005.

SOUZA, M. A. A. Especificação técnica do biodiesel. In: CÂMARA, G. M.S.; HEIFFIG, L.S. (Eds.). Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel. 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2006. p.7-23.

SLUSZZ, T.; MACHADO, J. A. D. **Características das Potenciais Culturas Matérias-Primas do Biodiesel e sua Adoção pela Agricultura Familiar**. XLIV Congresso da Sober: “Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento”. Fortaleza – CE, 2006.

TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 18-. 27, 2005.

ARTIGO 1

PRODUÇÃO DE PINHÃO-MANSO CONSORCIADO COM DIFERENTES ESPÉCIES FORRAGEIRAS E PRODUTORAS DE GRÃOS

RESUMO

O uso do óleo do pinhão-manso para a produção do biodiesel gera a oportunidade de exploração mais intensa de pequenas áreas, por meio do consórcio de espécies perenes e anuais, com o objetivo de produção de alimento e energia. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o consórcio do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), com espécies forrageiras e produtoras de grãos. O experimento foi conduzido em uma área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, que está localizada nas coordenadas geográficas com Latitude Sul 22°05'44" e Longitude W 55°18'48", no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho distrófico, solos com teores médios de 200 g kg⁻¹ de argila. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras com seis plantas por fileira, sendo o tratamento um (T1), pinhão-manso não teve nenhuma espécie cultivada nas entrelinhas (pinhão-manso solteiro). Os demais tratamentos foram as diferentes espécies cultivadas nas entrelinhas do pinhão-manso. As espécies perenes sendo: T2: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T3: braquiária ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T4: braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T5: braquiária-humidícola (*Brachiaria humidicola*); T6: capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai); T8: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T9: crotalária (*Crotalaria spectabilis*); foram implantadas em março de 2009 e as anuais em cultivo de safrinha ou verão, de acordo com a seqüência do sistema de rotação T7: rotação 1 (Amendoim -Crambe-feijão- milho); T10: rotação 2 (milho safrinha – crambe - soja - amendoim) e T11: rotação 3 (feijão-caupi - nabo - milho – feijão-caupi). O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), sendo análise individual para cada safra (11 tratamentos com 4 repetições) e análise conjunta, em esquema fatorial 11 x 2 (11 espécies e 2 safras, com quatro repetições). O peso de 100 grãos, a produção de grãos e a produção de óleo de pinhão-manso, não foram influenciadas pelos tratamentos nas entre linhas. O teor de óleo total nas sementes de pinhão-manso foi influenciado pelos tratamentos. A altura de plantas, diâmetro da copa, diâmetro do caule e o número de galhos de pinhão-manso não sofreram influencia pelos tratamentos. Na média dos tratamentos, a safra 2009/2010 teve maiores altura de plantas, diâmetro da copa, diâmetro do caule e o número de galhos. As espécies consorciadas não influenciaram o desenvolvimento e nos indicadores de produção do pinhão-manso, sendo assim, a cultura do pinhão-manso pode ser cultivada em consórcio com todas as espécies estudadas.

Palavras-Chave: *Jatropha curcas* L., oleaginosa perene, biodiesel, rotação de culturas, leguminosas.

JATROPHA CURCAS L. PRODUCTION INTERCROPPED WITH DIFFERENT KINDS OF FORAGES AND GRAIN PRODUCER

ABSTRACT

The use of *Jatropha curcas* L. oil to make biodiesel generates the opportunity to explore the small areas intensely, through the intercropping of perennial and yearly species, aiming to produce food and energy. Thus, the purpose of this paper was to assess the *Jatropha curcas* L. intercropping, with forage species and grain producer. The design was conducted in a in the experimental plot at Embrapa Agricultural West, in partnership with Paraíso Farm, located at coordinates 22° 05' 44'' S and 55° 18' 48'' W, in the District of Itahum, Dourados, in an area of Dystrophic Red Latosol, soils with an average of 200 g kg⁻¹ clay. The experimental plots were made by four rows with six plants per row, being the treatment one T1: *Jatropha curcas* L.: didn't have any cultivated species between the rows (single *Jatropha curcas* L.). The other treatments were the different species cultivated between the rows of *Jatropha curcas* L. The perennial species are: T2: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T3: brachiaria-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T4: brachiaria-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T5: brachiaria humidicola (*Brachiaria humidicola*); T6: grass-massai (*Panicum maximum cv. Massai*); T8: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T9: crotalaria (*Crotalaria spectabilis*); were introduced in March 2009, and the yearly ones in seasonal crop or summer, according to the sequence of the rotation system; T7: rotation system 1 (peanut-crambe- beans- corn); T10: rotation system 2 (season corn-crambe-soybeans-peanut) and T11: rotation system 3 (caupi-beans – turnip- corn- caupi-beans). The experimental design was of randomized blocks with individual analysis for each crop (11 treatments with four replications) and combined analysis, in an 11 x 2 factorial design (11 species and 2 crops, with four replications). The weight of a hundred grains, the grain yield and the *Jatropha curcas* L. oil yield weren't influenced by the treatments between rows. The total oil content in the seeds of *Jatropha curcas* L. was influenced by treatments. The plants height, the canopy diameter, the log diameter and the number of main branches of *Jatropha curcas* L. didn't have any kind of influence by treatments. In an average, the 2009/2010 crop had the maximum plants height, canopy diameter, the log diameter and number of branches. The intercropped species didn't influence the development and the indexes of *Jatropha curcas* L. production. Thus, the *Jatropha curcas* L. crop can be grown intercropped with all the studied species.

Key words: *Jatropha curcas* L., perennial oleaginous, biodiesel, crop rotation, leguminous plants.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui maior área potencialmente agricultável do mundo - cerca de 200 milhões de hectares - luminosidade abundante, água, a melhor tecnologia agrícola do mundo tropical, precedentes de sucesso como o Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL) e segundo Beltrão (2005), possui quase 200 espécies de plantas oleaginosas e palmáceas aptas para produção de óleo para biodiesel, com destaque para soja, amendoim, girassol, gergelim, nabo-forrageiro, mamona, dendê, macaúba, pinhão-manso. Nesse cenário, o grande desafio que se apresenta é regionalizar adequadamente as opções da agricultura em relação a plantas energéticas.

Parte da produção de alimentos básicos é oriunda de pequenas propriedades; dessa forma, é importante a introdução de técnicas de baixo custo, objetivando o aumento do rendimento do sistema de produção. Neste contexto, o consórcio de culturas pode transformar-se em uma prática de grande expressão para a agricultura de subsistência (RAPOSO, 1995).

A necessidade de suprir a demanda por alimentos por meio de recursos limitados pelas condições da agricultura familiar, aliada a uma preocupação no melhor aproveitamento das áreas de cultivo, tem sido a razão de se praticar cultivos consorciados (GIMENES et al., 2008).

O consórcio de culturas é prática generalizada em boa parte das pequenas propriedades do Brasil, em especial por pequenos produtores que buscam, com o sistema, redução dos riscos de perdas, maior aproveitamento da sua propriedade e maior retorno econômico, além de constituir alternativa altamente viável para aumentar a oferta de alimentos (ANDRADE et al., 2001).

No cultivo consorciado, as espécies normalmente diferem em altura e em distribuição das folhas no espaço, entre outras características morfológicas, que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes (GIMENES et al., 2008).

Com o uso do óleo do pinhão-manso para a produção do biodiesel, ocorre o crescimento das áreas de plantio com esta cultura em áreas predominantemente de agricultura familiar (ARRUDA et al., 2004), o que gera a oportunidade de exploração mais intensa de pequenas áreas, por meio do consórcio de espécies perenes e anuais, com o objetivo de produção de alimento e energia.

O cultivo de pinhão-manso reúne diversas vantagens comparativas para a produção de biodiesel: trata-se de planta perene, rústica, de fácil manejo, com óleo de qualidade para biodiesel em alto teor nas sementes (38%), que pode ser adequada ao consórcio com outros cultivos, por ser arbustiva e plantada em espaçamentos largos. Em diversas partes da Índia, o consórcio de pinhão-manso com cultivos ornamentais e alimentares vem apresentando bons resultados (SINGH et al., 2006). Tais vantagens podem credenciar o pinhão-manso como espécie apropriada para cultivo em pequenas propriedades com mão-de-obra familiar, gerando renda e fixando o homem no campo.

Poucos trabalhos caracterizaram a associação das características produtivas em pinhão-manso. Em relação aos componentes de produção dessa oleaginosa, o rendimento de óleo depende da expressão de características vegetativas que se diferenciam, principalmente, em relação ao número de ramos, a projeção da copa, a altura e o volume de copa por árvore, e características produtivas, tais como, a produtividade de grãos, a massa dos grãos, a massa de casca e o teor de óleo nos grãos (RAO et al., 2008).

Rao et al. (2008) observaram correlação positiva entre a produtividade de grãos e a altura de plantas de pinhão-manso, o número de ramos e a proporção de flores masculinas e femininas. Dessas o número de ramos foi a característica que apresentou maior associação com a produtividade de grãos em plantas com 3 anos.

A interação entre o manejo adotado e a cultura trabalhada, pode resultar em influências positivas ou negativas das plantas cultivadas em consórcio para produção da cultura principal, devido à melhoria das características do solo ou ainda pela possível competição por água, luz e nutrientes.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar características biométricas, produção de grãos e teor de óleo total de pinhão-manso quando consorciado com diferentes espécies de forrageiras e produtoras de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, que está localizada nas coordenadas geográficas com Latitude Sul 22°05'44" e Longitude W 55°18'48", no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho Distrófico, solos com teores médios de 200 g kg⁻¹ de argila. As precipitações pluviométricas mensais durante a condução do experimento são apresentadas na Figura 1.

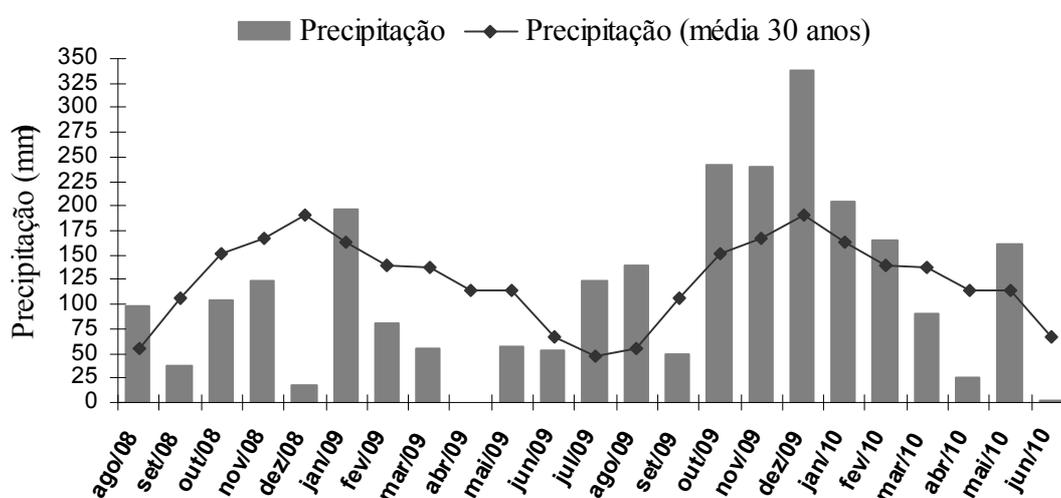


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica mensais nas safras 2008/2009 e 2009/2010 e médias histórica da precipitação. Fonte: Estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste – Dourados, MS.

O pinhão-mansão foi implantado em novembro de 2006, por meio de semeadura direta no campo, colocando-se 3 sementes por cova, posteriormente foi realizado o desbaste deixando uma planta por cova, realizada no espaçamento de 3 x 2 m. Nas safras 2006/07 e 2007/08 foram realizadas a condução e tratos culturais, normalmente empregados para a cultura.

As parcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras com seis plantas por fileira, sendo o tratamento um (T1), pinhão-mansão sem nenhuma espécie cultivada nas entrelinhas (pinhão-mansão solteiro). Os demais tratamentos foram as diferentes espécies cultivadas nas entrelinhas do pinhão-mansão. As espécies perenes sendo: T2: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T3: braquiária ruzizensis (*Brachiaria ruzizensis*); T4: braquiária-ruzizensis + estilosantes-campo-grande; T5: braquiária-humidícola (*Brachiaria humidicola*); T6: capim-massai (*Panicum maximum* cv.

Massai); T8: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T9: crotalária (*Crotalaria spectabilis*); foram implantadas em março de 2009 e as anuais em cultivo de safrinha ou verão, de acordo com a seqüência do sistema de rotação T7: rotação 1 (Amendoim -Crambe-feijão- milho); T10: rotação 2 (milho safrinha – crambe - soja - amendoim) e T11: rotação 3 (feijão-caupi - nabo - milho – feijão-caupi).

O pinhão-manso recebeu adubação, na linha, em superfície, na terceira e quarta safra, de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20, parcelada em duas aplicações (50% na primeira em outubro de 2008 e 2009 e 50% na segunda em março de 2009 e 2010). Os tratamentos rotação 1, 2 e 3 receberam adubação, tratos culturais e avaliações, conforme recomendação para cada cultura, os demais tratamentos não receberam adubação.

O manejo das espécies forrageiras e de cobertura foi realizado, por meio de roçadas, com roçadora costal, de acordo com a altura de manejo indicada a cada espécie. O resíduo vegetal resultante da roçada foi distribuído uniformemente sobre a parcela, permanecendo no local para efeito de cobertura do solo.

O controle de plantas daninhas foi feito com o herbicida glifosato, na dose de 2,4 kg i. a. ha⁻¹ nas parcelas testemunhas e nos corredores no entorno do experimento. Nas parcelas com consórcios instalados foi realizado capina manual sempre que necessário. O controle de pragas foi realizado por meio de monitoramento para não atingirem níveis de danos econômicos, considerando o manejo integrado de pragas para a cultura do pinhão-manso e culturas anuais produtoras de grãos. As espécies forrageiras e de cobertura do solo não houve necessidade de realizar controle de pragas e doenças.

Determinou-se o diâmetro do caule de pinhão-manso com o uso de paquímetros em 6 plantas da área útil de cada parcela. A medição foi realizada na altura do colo da planta.

A altura de plantas e diâmetro de copa de pinhão-manso foi determinada com régua graduada em 6 plantas da área útil de cada parcela, sendo a medição para altura realizada da superfície do solo ao ápice do galho mais alto da planta, para o diâmetro de copa foi medida transversalmente a linha de plantio, nas extremidades dos maiores galhos laterais da planta.

Após a colheita os frutos maduros e secos de cada parcela foram acondicionados em sacos de papel e levados para secar naturalmente até peso constante. Após os frutos estarem secos, realizou-se a debulha manualmente, e efetuou-se a pesagem das sementes secas colhidas por parcela. Também foi determinada a produção de grãos e peso de 100 sementes.

Para a determinação da produção de pinhão-mansão foram colhidas, manualmente, seis plantas da área útil de cada parcela. Realizaram-se cinco repasses de colheita, entre o período de dezembro a julho, em cada ano agrícola (2008/2009 e 2009/2010).

As análises do teor de total de óleo, nas sementes do pinhão-mansão, foram realizadas no laboratório de Bromatologia da Unigran, pelo método Soxhlet, descrito por Lara (1985). A produtividade de óleo foi obtida pela relação entre a produtividade de sementes e teor de óleo nas sementes do pinhão-mansão.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), sendo realizado análise individual para cada safra (11 tratamentos com 4 repetições) e análise conjunta, em esquema fatorial $11 \times 2 \times 2$ (11 espécies e 2 safras, com quatro repetições). Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas, diâmetro da copa, diâmetro do caule e o número de galhos de pinhão-manso não sofreram influencia pelos consórcios (Quadro 1). Na média dos consórcios, a safra 2009/2010 teve maiores altura de plantas, diâmetro da copa, diâmetro do caule e o número de galhos (Quadro 1). Isso ocorreu devido à planta estar em desenvolvimento, ramificando e crescendo, aumentando dessa forma, altura e diâmetro de copa de uma safra a outra.

Não houve interação significativa entre os tratamentos e as safras, o que demonstra que os tratamentos não tiveram influencia no desenvolvimento da cultura do pinhão-manso, nas duas safras, podendo desta forma ser recomendado o consórcio.

A altura de plantas de 308,14 cm na safra 2009/2010 (Quadro 1) confirma o trabalho de Heller (1996), cujo autor relata que a altura de plantas adultas de pinhão-manso é de 300 a 500 cm.

QUADRO 1. Altura de plantas, diâmetro da copa, diâmetro do caule e número de galhos em pinhão-manso, consorciado com espécies forrageiras e espécies para produção de grãos. Dourados-MS, 2009/2010.

TRATAMENTOS	Altura de planta (cm)	Diâmetro da Copa (cm)	Diâmetro do Caule (mm)	Nº de galhos (un)
Testemunha	277,00 a	254,88 a	118,90 a	5,92 a
Estilosantes Campo Grande	282,63 a	248,63 a	121,23 a	5,98 a
Br. Ruziziensis	286,88 a	256,75 a	113,35 a	5,50 a
Ruziziensis + Campo grande	275,50 a	241,75 a	112,86 a	4,94 a
Humidícola	286,25 a	250,25 a	117,18 a	5,65 a
Massai	280,38 a	249,63 a	114,15 a	5,98 a
Guandu anão	285,50 a	236,75 a	116,14 a	5,44 a
Crotalaria	286,25 a	246,75 a	123,53 a	5,60 a
Rotação 1	294,50 a	250,75 a	119,65 a	5,74 a
Rotação 2	286,00 a	252,25 a	113,07 a	5,60 a
Rotação 3	279,38 a	249,00 a	115,04 a	5,54 a
SAFRA				
2008/2009	259,18 b	229,16 b	106,92 b	5,11 b
2009/2010	308,14 a	268,55 a	126,73 a	6,14 a
F (Blocos)	3,97*	8,65*	3,93*	1,96
F tratamentos (A)	1,15	0,57	1,62	1,02
CV (%)	5,02	8,49	6,85	14,72
F safra (B)	792,66*	303,35*	297,79*	79,73*
F (AxB)	2,92*	3,43*	2,18*	0,39
CV (%)	2,88	4,26	4,61	9,64

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os caracteres biométricos são de grande importância para a cultura do pinhão-mansão, sendo o número de galhos um dos principais, devido a esta espécie perene, apresentar estruturas produtivas nas extremidades apicais dos ramos (LARCHER, 2004); dessa forma, o número de galhos está diretamente ligado ao potencial produtivo da planta. Como os tratamentos testados não influenciaram o número de galhos de seis plantas, é de se esperar que não haja redução na produtividade.

Segundo Larcher (2004), a energia que a planta requer para o desenvolvimento dos brotos e dos primórdios florais provém dos fotoassimilados. Dessa forma, quanto maior o diâmetro da copa, maior será a área disponível para captação de luz para transformar em fotoassimilados, com maior acúmulo desta energia, a planta pode apresentar maior potencial de desenvolvimento, podendo resultar em maior produção de grãos.

Para altura de plantas, a safra 2009/10 apresentou as maiores médias (Figura 2), resultado já esperado, sendo que a cultura do pinhão-mansão atinge a idade adulta no quarto ano; dessa forma na safra 2008/09 estava no terceiro ano e 2009/10 no quarto ano, em pleno desenvolvimento vegetativo.

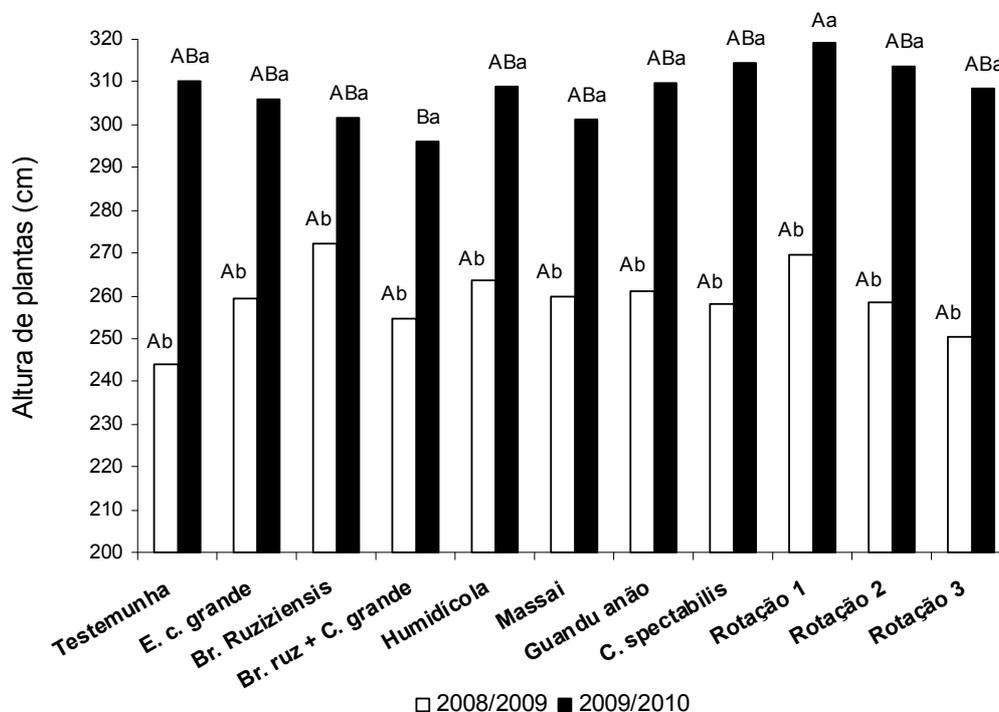


FIGURA 2. Altura de plantas de pinhão-mansão em diferentes consórcios. Médias seguidas com mesma letra, minúscula comparam safras para cada tratamento. Maiúscula compara tratamentos em cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na primeira safra, o efeito dos tratamentos ainda não pode ser observado, devido às culturas consorciadas estarem em início de desenvolvimento, não afetando de qualquer forma a altura de plantas de pinhão-manso. Na segunda safra, a rotação 1 diferiu da braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande, não diferindo das demais (Figura 2).

O aumento da altura das plantas de pinhão-manso demonstra que os tratamentos não competiram com o pinhão-manso, de forma que afetasse o desenvolvimento do mesmo, por água, luz e nutrientes, o que permite inferir, a possibilidade de consorciar com todas as espécies estudadas.

O diâmetro da copa de plantas de pinhão-manso não diferiu entre os consórcios em cada safra com exceção o tratamento braquiária-ruziziensis, para as demais espécies as maiores médias foram alcançadas na segunda safra (Figura 3).

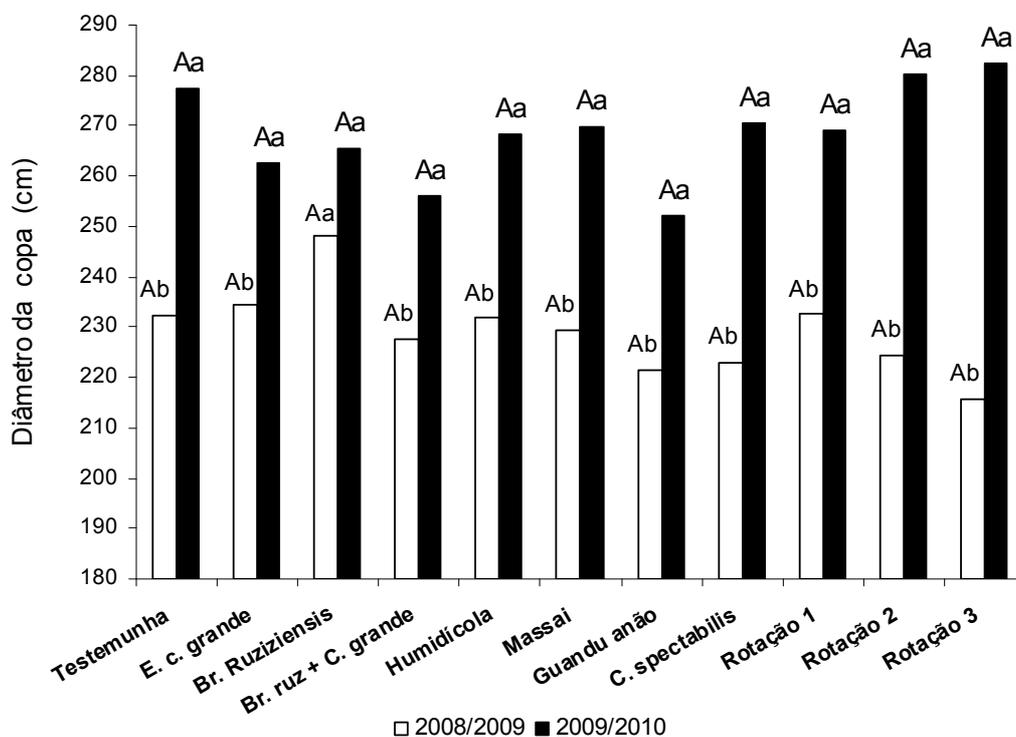


FIGURA 3. Diâmetro da copa de pinhão-manso em diferentes consórcios. Médias seguidas com mesma letra, minúscula comparam safras para cada tratamento. Maiúscula compara tratamentos em cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a primeira e segunda safra, analisadas individualmente, os tratamentos não afetaram o diâmetro da copa de plantas de pinhão-manso, quando comparados a testemunha (pinhão-manso solteiro) (Figura 3), mostrando a adaptação da cultura com os consórcios, não tendo afetado seu desenvolvimento.

O diâmetro da copa é um importante atributo a ser analisado no crescimento das plantas, pois segundo Hasenauer e Monserud (1996), os fotossintatos e os hormônios produzidos na copa atuam no crescimento apical, cambial e radicular das plantas.

Outro fator que foi observado é a influencia das copas das espécies arbustivas no enriquecimento do solo. Esse fato tem sido observado em varias regiões e ocorre em razão do aproveitamento de nutrientes pelos arbustos de grande porte, de camadas do solo que estão fora do alcance das raízes de plantas forrageiras e anuais produtoras de grãos, e à incorporação gradativa de biomassa destas espécies (folhas, flores, etc.) à plantas anuais (SÁNCHEZ et al., 2003).

O diâmetro do caule apresentou maiores médias para a safra 2009/2010 para todos os tratamentos (Figura 4). Não houve diferença entre os tratamentos para diâmetro do caule de pinhão-manso na safra 2009/2010 (Figura 4), demonstrando, portanto, que não ocorreu competição, e o desenvolvimento do pinhão-manso não foi afetado.

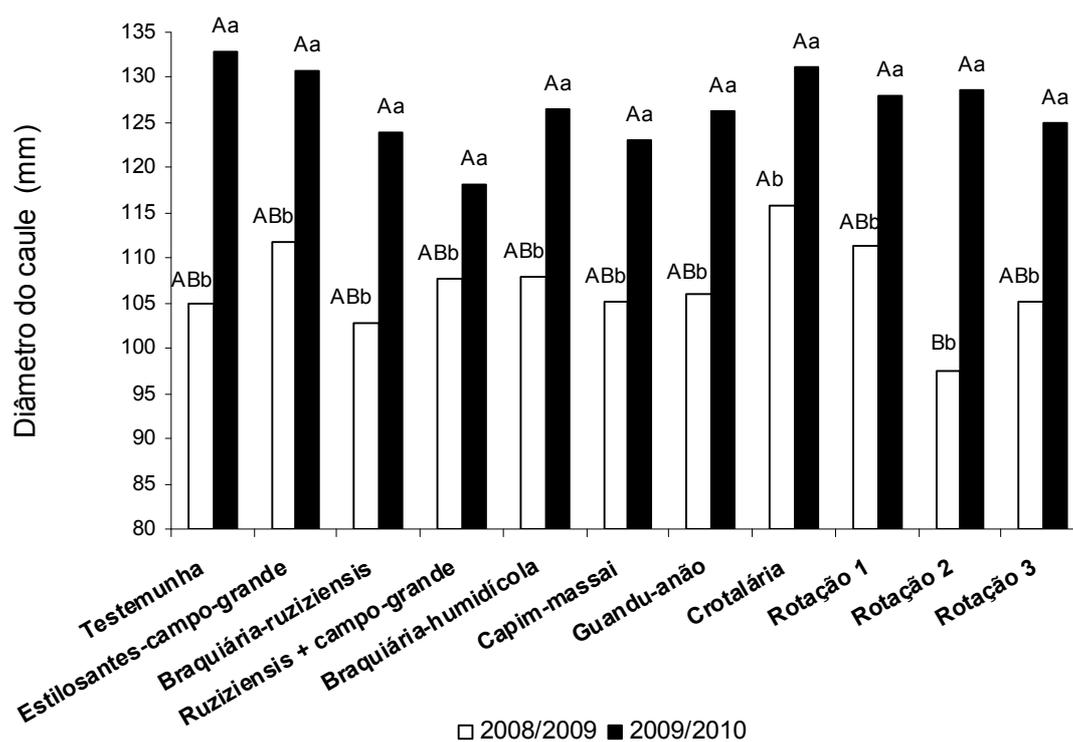


FIGURA 4. Diâmetro de caule de pinhão-manso em diferentes consórcios. Médias seguidas com mesma letra, minúscula comparam safras para cada tratamento. Maiúscula compara tratamentos em cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Rao et al. (2008); Gohil e Pandya (2009) e Santos et al. (2010) relatam que o pinhão-manso apresentou aos 21 meses de idade, diâmetro do caule de 80 mm. Segundo

os mesmos autores, esse parâmetro de crescimento pode ser usado na estimação de herdabilidade genética da planta contribuindo na seleção de populações melhoradas.

O aumento do diâmetro do caule está diretamente relacionado ao aumento do sistema radicular (CARNEIRO, 1976). Assim, espera-se que plantas que apresentam maior diâmetro de caule, tenham possibilidade de melhor nutrição e maior resistência ao déficit hídrico, pelo maior volume de solo explorado pelas raízes. Segundo Guimarães (2008), o diâmetro do caule é uma característica importante, uma vez que, quanto maior o seu valor, maior o vigor, a robustez e a resistência da planta.

O número de galhos de pinhão-manso não diferiu entre as duas safras para a testemunha, ruziziensis + campo-grande, crotalária e rotação 1 e 2 (Figura 5).

Não houve diferença para número de galhos em função dos consórcios nas plantas de pinhão-manso nas duas safras avaliadas individualmente (Figura 5).

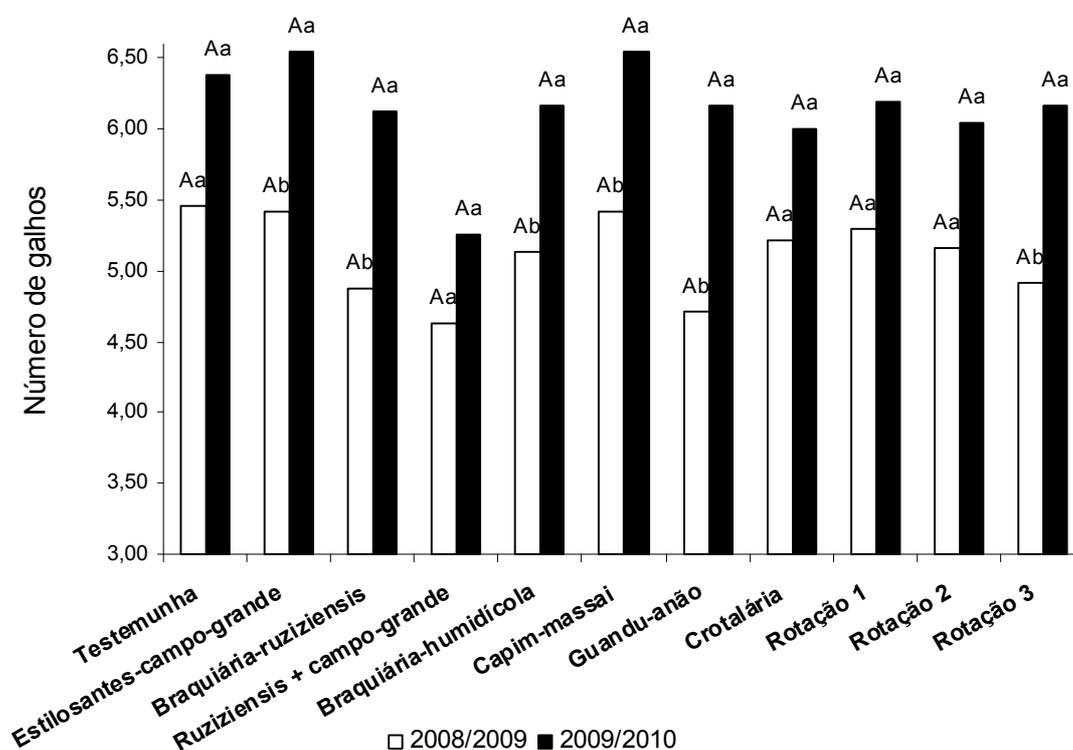


FIGURA 5. Número de galhos de pinhão-manso em diferentes consórcios. Médias seguidas com mesma letra, minúscula comparam safras para cada tratamento. Maiúscula compara tratamentos em cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Isso evidencia mais uma vez que a presença destas espécies nas entrelinhas do pinhão-manso não influenciou o principal componente de produção, pois segundo Saturnino et al. (2005), pinhão-manso produz inflorescências em gemas terminais de

ramos crescidos no ano corrente, sendo a produção de frutos dependente de maior número de ramos.

De modo geral, é uma característica que sofre uma alta modulação ambiental, sendo influenciada por vários fatores como o tempo de produção de mudas, época de plantio, adubação no plantio e de cobertura, compactação do solo, competição com plantas invasoras, déficit hídrico, ocorrência de doenças, entre outros (SATURNINO et al., 2005).

Na média dos tratamentos, a safra 2008/2009 (73,23 g) resultou em maior massa de 100 grãos, demonstrando a diferença de resposta de um ano agrícola para outro (Quadro 2). As condições climáticas em cada safra podem interferir no desenvolvimento e produtividade do pinhão-manso, assim como, levar a ocorrer uma maior ou menor competição por água e nutrientes pelas culturas consorciadas.

QUADRO 2. Massa de 100 grãos, produtividade de grãos, produtividade de óleo e teor de óleo em sementes de pinhão-manso, consorciado com espécies forrageiras. Dourados-MS, 2009/2010.

TRATAMENTOS	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Produt. de óleo (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Teor de óleo (%)
Testemunha	71,91 a	279,45 a	84,08 a	29,47 d
Estilosantes Campo Grande	72,09 a	268,32 a	90,45 a	33,52 bc
Br. Ruziziensis	70,82 a	223,77 a	84,76 a	37,89 a
Ruziziensis + Campo grande	69,64 a	262,44 a	87,54 a	33,37 bc
Humidícola	70,42 a	238,92 a	87,08 a	36,28 ab
Massai	68,63 a	213,55 a	73,50 a	34,39 bc
Guandu anão	70,91 a	265,98 a	91,90 a	35,14 ab
Crotalária	68,59 a	257,95 a	90,75 a	35,04 ab
Rotação 1	71,03 a	258,85 a	91,03 a	35,09 ab
Rotação 2	70,46 a	263,09 a	88,20 a	33,17 bc
Rotação 3	71,44 a	243,73 a	77,78 a	31,01 cd
SAFRA				
2008/2009	73,23 a	195,82 b	65,11 b	33,24 b
2009/2010	67,85 b	308,92 a	107,08 a	34,83 a
F (Blocos)	1,92	4,74*	5,91*	1,36
F tratamentos (A)	0,93	0,97	0,73	10,18*
F safra (B)	58,87*	84,68*	103,21*	12,85*
F (AxB)	2,00*	1,26	1,25	3,82*
CV (%)	4,69	22,84	22,51	6,10

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito de tratamento para as variáveis massa de 100 grãos, a produtividade de grãos e a produtividade de óleo de pinhão-manso, demonstrando a

possibilidade de consorciar todas as espécies estudadas neste trabalho, nas condições do experimento (Quadro 2).

Houve interação entre tratamentos e safras para massa de 100 grãos. A massa de 100 grãos não diferiu entre as safras para o estilosantes-campo-grande, crotalária e rotação 1 e 2. Para os demais tratamentos na safra 2008/2009 foram encontradas as maiores médias (Figura 6).

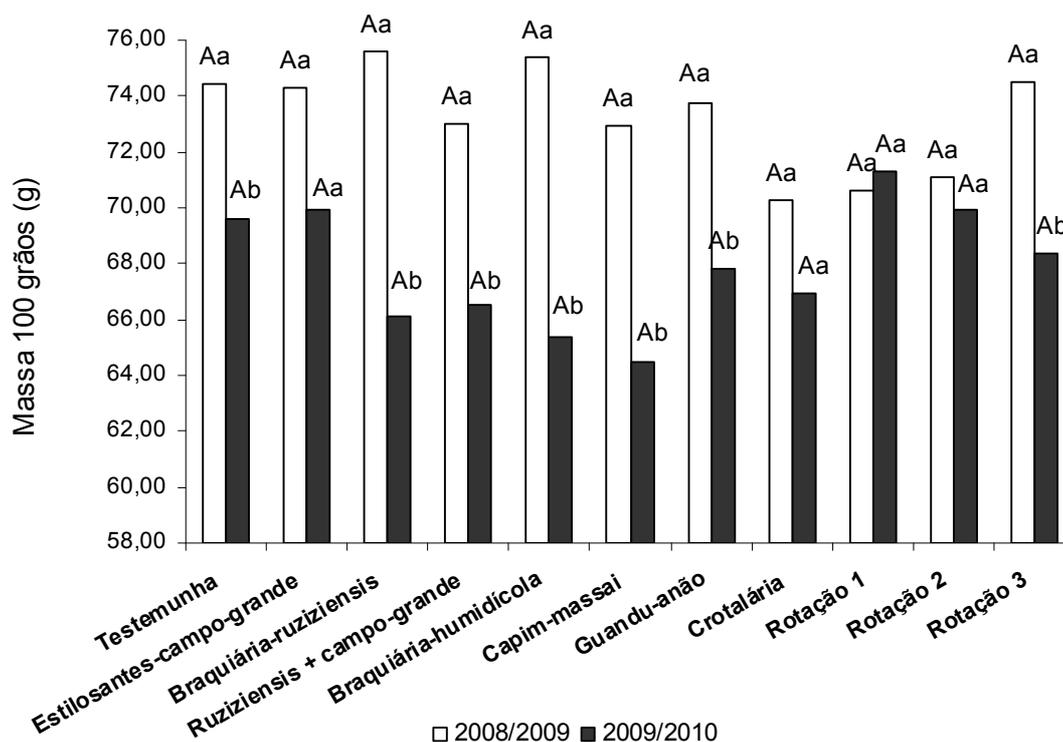


FIGURA 6. Massa de 100 grãos de pinhão-mansó em diferentes consórcios. Médias seguidas com mesma letra, minúscula comparam safras para cada tratamento. Maiúscula compara tratamento em cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a primeira safra, o efeito dos tratamentos ainda não pode ser observado, devido às culturas consorciadas estarem em início de desenvolvimento, não afetando dessa forma a massa de 100 grãos do pinhão-mansó (Figura 6).

Dantas et al. (2008), avaliando a qualidade de sementes de pinhão-mansó encontraram massa de 100 grãos de 46,67g. Silva et al. (2008) encontraram valor para a massa de 100 grãos de 46,89 g. Os valores de massa de 100 grãos encontrados no presente trabalho (67,85g safra 2008/09 e 73,23g safra 2009/10), foram superiores aos dados encontrados em outras pesquisas. Isso possivelmente ocorre devido à diferença regional em resposta a produção e peso de grãos. Diferentes fatores, água, adubação, pragas, podem afetar a massa de 100 grãos.

As condições climáticas de cada ano agrícola fazem com que o comportamento de cada espécie seja diferenciado. O pinhão-mansó sofre efeito na mudança de clima de um ano ao outro (Figura 6 e 7).

O efeito dos tratamentos não pode ser observado, devido o curto período de condução do experimento, não afetando de qualquer forma a produtividade do pinhão-mansó (Figura 7).

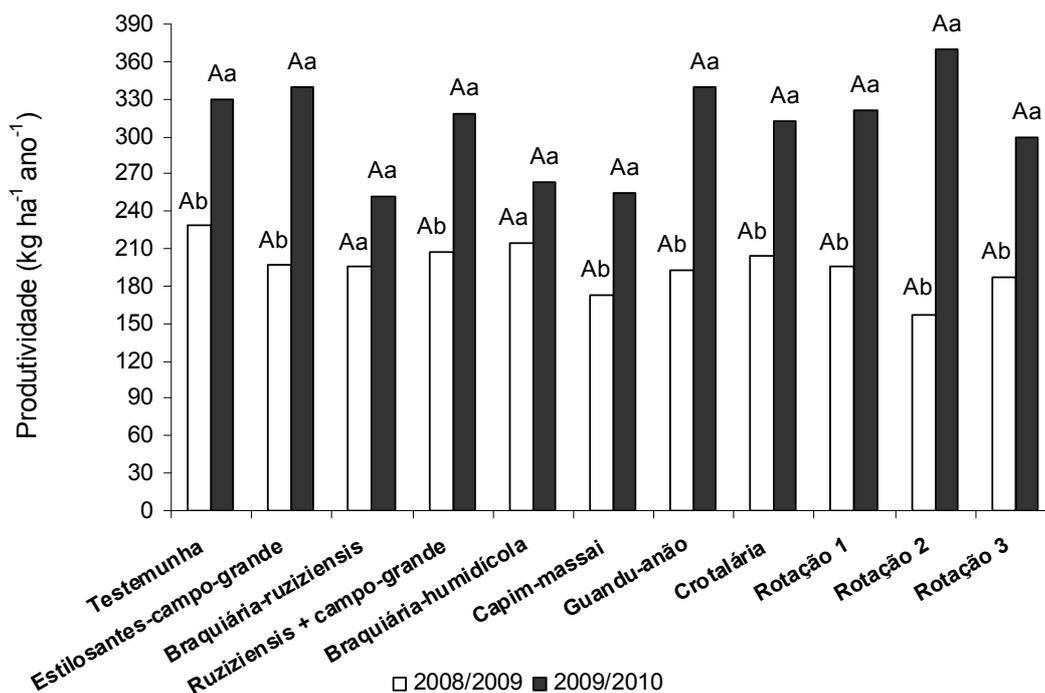


FIGURA 7. Produtividade de grãos de pinhão-mansó em diferentes consórcios. Médias seguidas com mesma letra, minúscula comparam safras para cada tratamento. Maiúscula compara tratamento em cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produtividade de pinhão-mansó foi superior para a maioria dos consórcios na safra 2009/2010, com exceção para braquiária-ruziziensis e humidicola, que não tiveram diferenças entre as safras (Figura 7).

Assim, é possível observar a interação diferenciada entre as espécies consorciadas com o pinhão-mansó e a possibilidade de melhor aproveitamento de pequenas áreas sem afetar o desempenho da cultura principal.

De acordo com Costa et al. (2009) avaliando densidade de plantio em sequeiro, alcançaram produtividade de 45,74 e 437,13 kg ha⁻¹ com densidade de 1644 e 2013 plantas por hectare respectivamente e Nasser et al. (2010), também avaliando densidade de plantio em sequeiro, alcançaram produtividade de 67,54 a 444,72 kg ha⁻¹ de sementes

com densidade de 667 e 2500 plantas por hectare respectivamente em segunda safra, valores semelhantes aos encontrados neste trabalho em cultivo com densidade de 1666 plantas por hectare, onde alcançou produtividade de 195,82 e 308,92 kg ha⁻¹ de sementes na safra 2008/2009 e 2009/2010 respectivamente (terceira e quarta safra).

As condições climáticas de cada ano agrícola fazem com que o comportamento de cada espécie seja diferenciado. Na safra de 2008/2009, a precipitação foi desuniforme e abaixo da média mensal dos últimos 30 anos (Figura 1). Os meses de outubro, novembro e dezembro de 2008, período em que a planta de pinhão-mansó está retomando o crescimento vegetativo após período de repouso, teve precipitação abaixo da média, sendo observado no campo, efeito negativo à intensidade de floração do pinhão-mansó nessa época.

O florescimento é um dos principais estágios fenológicos para a produção de frutos de *Jatropha curcas*, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação determinam quantos frutos e sementes serão desenvolvidas. O florescimento inicia-se, normalmente, após um período de dormência da planta, isso ocorre após o inverno (Jongschaap et al., 2007).

Santos et al. (2010) verificaram que indivíduos de 18 meses, apresentaram baixo índice de floração, fato que foi atribuído as condições climáticas, tendo apresentado elevadas temperaturas e baixo índice pluviométrico. Estes autores ainda observaram que a maioria das inflorescências surgiu no período chuvoso (cerca de sete inflorescências por planta) em relação ao período seco (cerca de três inflorescências por planta). Dessa forma, o maior número de inflorescência resulta mais frutos por plantas, e logo em maior produtividade.

Meng et al. (2009) estudando pinhão-mansó em regiões de clima quente na China verificaram que as plantas florescem duas vezes ao ano apresentando duas frutificações, entretanto em algumas regiões de clima seco a floração só ocorreu uma vez por ano devido à baixa disponibilidade hídrica no solo. Em regiões úmidas, a floração foi observada durante todo o ano (HELLER, 1996), demonstrando a influência do clima na fase reprodutiva da planta.

No presente trabalho, confirmou-se essa resposta do pinhão-mansó à precipitação, nos meses de março, abril e maio, com precipitação pluviométrica abaixo da média histórica (Figura 1), afetou a floração nestes meses, resultando no abortamento de flores e conseqüente redução na produtividade (Figura 7).

No ano agrícola de 2009/2010, a precipitação pluviométrica ocorreu de forma mais uniforme e com o acumulado superior as médias históricas mensais (Figura 1), favorecem a produtividade do pinhão-mansó.

Os teores de óleo nos grãos de pinhão-mansó foram afetados pelos tratamentos nas duas safras testadas (Figura 8).

Na safra 2008/2009, a testemunha e rotação 3 tiveram as menores médias para teor de óleo, a braquiária-ruziziensis teve a maior média, diferindo da testemunha, estilosantes-campo-grande, ruziziensis + campo-grande e rotação 1 e 2 (Figura 8).

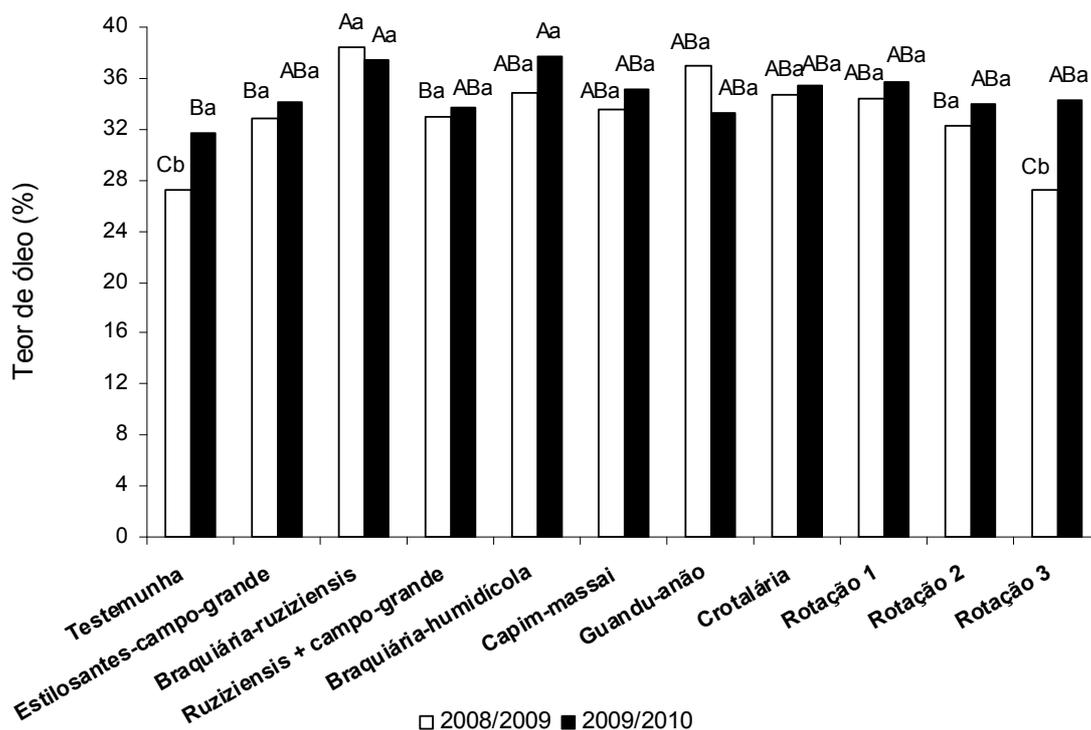


FIGURA 8. Teor de óleo de pinhão-mansó em diferentes consórcios. Médias seguidas com mesma letra, minúscula comparam safras para cada tratamento. Maiúscula compara tratamentos em cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a segunda safra, a braquiária-ruziziensis e a braquiária-humidícola tiveram as maiores médias diferindo apenas da testemunha com a menor média para porcentagem do teor de óleo nos grãos de pinhão-mansó (Figura 8).

Saturnino et al. (2005) e Dias et al. (2007), em seus experimentos, encontraram teor de óleo variando entre 33 e 38%, e Quintiliano et al. (2006) relatam que sementes de pinhão-mansó apresentam um teor de óleo que pode variar de 34 a 54% variando em função da qualidade física das sementes. Dessa forma, o presente trabalho confirma

esses valores, tendo obtido médias de 33,24% na safra 2008/2009 e 34,84% na safra 2009/2010.

Penha et al. (2008) avaliando o teor de óleo utilizando o método de Soxhlet, encontraram 30,82% de óleo nas sementes. Bicudo et al. (2007) avaliando a estabilidade e tempo de indução oxidativa do óleo de pinhão-manso para produção de biodiesel, encontraram 30,22% de óleo na semente de pinhão-manso utilizando a extração química. Araújo et al. (2007), caracterizando o óleo de pinhão-manso utilizando o método químico (Soxhlet), encontraram 54,71% de óleo nas sementes oriundas de Crateús-CE, 60,69% de óleo nas sementes provenientes da Embrapa-PI e 64,16% de óleo nas sementes que tiveram sua origem em Janaúba-MG.

Para as duas safras, o consórcio com braquiária-ruziziensis, e a braquiária-humidícola na segunda safra foram os que resultaram em maior percentagem de óleo nos grãos, possivelmente devido à capacidade de reciclagem de nutrientes destas espécies, sendo que as mesmas absorvem nutrientes de camadas mais profundas e repõem nas camadas superficiais por meio da decomposição de sua massa seca que é produzida em quantidades consideráveis.

Para a variável produtividade de óleo pode-se observar que não houve diferença entre as safras para braquiária-ruziziensis e braquiária-humidícola. Para os demais tratamentos, a safra 2009/2010 apresentou as maiores médias (Figura 9).

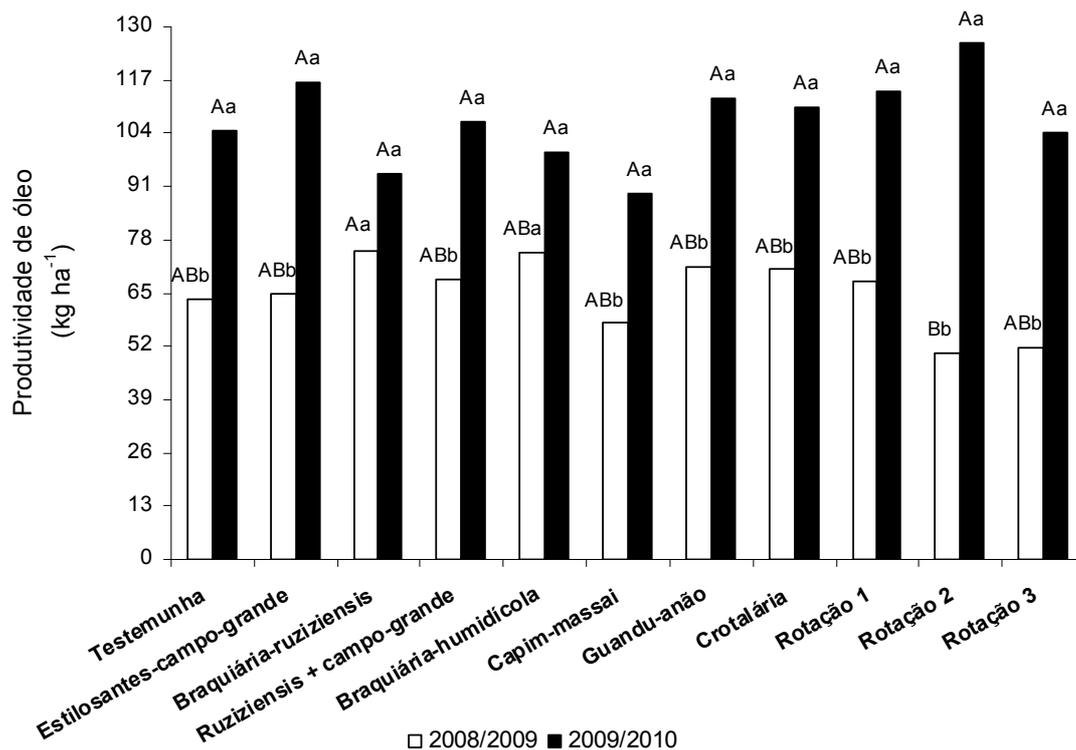


FIGURA 9. Produtividade de óleo de pinhão-manso em diferentes consórcios. Médias seguidas com mesma letra, minúscula comparam safras para cada tratamento. Maiúscula compara tratamentos em cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a primeira safra, foi observado efeito significativo dos tratamentos sendo que o sistema de rotação 2 teve a menor média e a braquiária-ruziziensis a maior média, porém esta, diferindo apenas do sistema de rotação 2 (Figura 9). Na segunda safra não houve diferença entre os tratamentos, e a maior produção de óleo nesta safra está diretamente relacionada com a maior produção de grãos.

CONCLUSÕES

1- Todas as espécies estudadas podem ser cultivadas nas entrelinhas da cultura do pinhão-manso.

2- As espécies estudadas não influenciaram o desenvolvimento, avaliado por meio dos indicadores de produção, do pinhão-manso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. J. B.; MORAIS, A. R.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, M. V. Avaliação de sistemas de consórcio de feijão com milho pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242-250, 2001.

ARAÚJO, F. D. S.; MOURA, C. V. R.; CHAVES, M. H. Caracterização do óleo e biodiesel de pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.). In: II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel, Brasília. 2º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel. **Anais...** Brasília - DF : MCT/ABIPTI, v. 1. p. 1-6. 2007.

ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de Pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.) como alternativa para o Semi-árido Nordeste. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799, jan-abr. 2004.

BELTRÃO, N.E.M. Agronegócio das oleaginosas no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.14-17, 2005.

BICUDO, T. C.; FREIRE, L. M. S.; ALBUQUERQUE, A. R.; DANTAS, M. B.; VASCONCELOS, A. F. F.; ROSENHAIM, R.; SANTOS, I. M. G.; SOUZA, A. G. Estabilidade e Tempo de Indução Oxidativa do Óleo de Pinhão-manso para Produção de Biodiesel. In: II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Brasília. **Anais...** 2º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, v. 2. 2007. 89

CARNEIRO J. G. A. **Determinação da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo**. 1976. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Universidade Federal do Paraná, 1976.

COSTA, M. S. L. P.; VENDRUSCOLO, M. C.; NIED, A. H.; XAVIER, P. S. P.; MENIN, L. F. Influência da densidade de plantas de pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.) sobre suas características produtivas no primeiro e no segundo ano de cultivo. In: V Congresso de Iniciação Científica – CONIC, Cáceres. 5º Congresso de Iniciação Científica – CONIC. **Anais....** Cáceres – MT. 2009.

DANTAS, B. F.; SILVA, F. F. S.; LOPES, A. P.; DRUMMOND, M. A. **Tecnologia de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas*): Avaliações iniciais da qualidade fisiológica**. Disponível em: <http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/handle/CPATSA/36748>. Acesso em 02 setembro de 2010.

DIAS, L.A.S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O.L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C.E.; SANTOS, A.S.; SOUSA, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S. & DIAS, D.C.F.S. **Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG, 2007. v.1. 40p.

DRUMMOND, M.A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônômico de genótipos de pinhão

manso no semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.1, p.44-47, 2010.

EPAMIG – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Informativos: pinhão manso**, 2007. Disponível em: <<http://www.epamig.br/informativos/pinhaomanso.pdf>>. Acesso em: junho de. 2010.

FERREIRA, D. SISVAR software:versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

GIMENES, M. J.; FILHO, R. V.; PRADO, E. P.; DAL POGETTO, M. H. F. A.; CHRISTOVAM, R.S. Interferência de espécies forrageiras em consórcio com a cultura do milho. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 15, n. 2, p. 61-76, 2008.

GOHIL, R. H.; PANDYA, J. B. Genetic evaluation of jatropha (*Jatropha curcas* Linn.) genotypes. **Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 3, p. 221-228, 2009.

GUIMARÃES, A. S. **Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L 1753.) em função de fontes e quantidades de fertilizantes**. 2008. 92f. Tese (Doutorado em Ecologia Vegetal e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2008.

HASENAUER, H.; MONSERUD, R. A. A crow ratio model for Austrian forests. **Forest Ecology and management**, v. 84, p. 49-60, 1996.

HELLER, J. Physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 1**. Roma: IBPGR, 1996, 66p. (IBPGR 161).

JONGSCHAAP, R. E. E.; CORRÉ, W. J.; BINDRABAN, P. S.; BRANDENBURG, W. A. **Claims and facts on *Jatropha curcas* L**. Wageningen: Plant Research International, 2007. 42p.

LARA, A. B. W. H.; NAZARIO, G.; PREGNOLATO, W. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. v. 1, p. 302-30. 1985.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. PRADO, C. H. B. A. (trad.). São Carlos: Rimas, 2004, 531 p.

MENG, Y. et al. Current situation and prospects of *Jatropha curcas* as a multipurpose tree in China. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 2, p. 487-497, 2009.

NASSER, M. D., CAVICHIOLI, J. C., MELO, M. R., FONSECA, R. NAKAYAMA, F. T. Produtividade e desenvolvimento vegetativo do pinhão manso na fase de formação em diferentes densidades de plantio. In: VI Simpósio de ciências da Unesp . Dracena. 6º Simpósio de ciências da Unesp. **Anais...** Dracena – SP. 2010.

PENHA, M. N. C.; SLVA, M. D. P.; MENDONÇA, K. K. M.; COSTA, J. F.; Maciel, A. P.; SILVA, F. C. **Extração e caracterização físico-química do óleo de pinhão-manso (*Jatropha Curcas*)**. 60ª Reunião Anual da SBPC, UNICAMP-SP. 2008.

QUINTILIANO, A. A.; DEPERON JUNIOR, M. A.; AVELAR, R. C.; JUNCO, B. B.; ARAÚJO, J. C.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P. Avaliação do teor de óleo de pinhão-mansão extraído em lotes de baixa qualidade física. In: **Anais...** 3º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2006, Varginha. Revista de Resumos. Lavras - MG : UFLA, 2006.

RAO, G.R.; KORWAR, G.R.; SHANKER, A.K.; RAMAKRISHNA, Y.S. Genetic associations, variability and diversity in seed characters growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions. **Trees**, Berlin, v.22, p.697- 709, 2008.

RAPOSO, J. A. A.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; MACHADO, A.A. Consórcio de milho e feijão em diferentes arranjos e populações de plantas em Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 5, p. 639-647, maio 1995.

SÁNCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, M.; SIMÓN, L. Efecto del sistema silvopastoril en la fertilidad edáfica en unidades lecheras de la empresa Nazareno. **Pastos y Forrajes**, v.26, p.131-136, 2003.

SANTOS, C. M.; ENDRES, L.; WANDERLEY FILHO, H. C. L.; ROLIM, E. V.; FERREIRA, V. M. Fenologia e crescimento do pinhão-mansão cultivado na Zona da Mata do estado de Alagoas, Brasil. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.3, p.201-209. 2010.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.44-78, 2005.

SILVA, H. P. ; NEVES, J. M. G. ; BRANDÃO JUNIOR, D. S. ; COSTA, C. A. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, p. 178-184, 2008.

SINGH, B.; SWAMINATHAN, R.; PONRAJ, V. (eds.) (2006). Biodiesel conference towards energy independence – focus on *Jatropha*. **Rashtrapati Bhawan**, New Delhi, 382p.

ARTIGO 2

CONSÓRCIO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS E DE COBERTURA DO SOLO COM PINHÃO-MANSO

RESUMO

Plantas forrageiras têm demonstrado boa adaptação ao consórcio, isso devido a essas espécies possuírem boa plasticidade fenotípica quanto à captura de radiação em resposta ao sombreamento. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e a distribuição de massa seca de plantas forrageiras e de cobertura, consorciadas com pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), em Dourados, MS. O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, que está localizada nas coordenadas geográficas com Latitude Sul 22°05'44" e Longitude W 55°18'48", no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho Distrófico, solos com teores médios de 200 g kg⁻¹ de argila. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial, sendo 7 tratamentos (espécies): T1: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes* spp.); T2: braquiária-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T3: braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T4: braquiária-humidícola (*Brachiaria humidicola*); T5: capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai); T6: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T7: crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e dois sistemas de cultivo (solteiro e consorciado) com quatro repetições para a produção anual de massa seca pelas espécies. Para as sete avaliações no tempo, o delineamento foi de blocos casualizados e parcelas subdivididas no tempo sendo sete avaliações e dois sistemas de cultivo (solteiro e consorciado), e com quatro repetições. A produtividade de massa seca e a altura média de plantas, das diferentes espécies consorciadas com pinhão-manso, apresentaram resposta entre espécies e sistemas de cultivo. Comparando-se os sistemas, na média das espécies estudadas, o cultivo consorciado resultou em maior altura de plantas. O sistema de cultivo consorciado proporcionou ainda, a menor sazonalidade na produção de massa seca no consórcio. Observando-se a produção de massa ao longo do ano, nos dois sistemas de cultivo, fica evidente a menor variação, especialmente entre jul/09 e mar/10, para o sistema consorciado. Este comportamento pode estar ligado à interação entre as plantas de cobertura e o pinhão-manso, que com a queda e a decomposição das folhas no outono/inverno, pode estar contribuindo para manutenção da umidade do solo e para melhorias nas condições químicas e biológicas do solo. A espécie que demonstrou maior adaptação para o cultivo consorciado nas entrelinhas da cultura do pinhão-manso foi o capim-massai, apresentando maior produção de massa seca. Porém, todas as espécies estudadas apresentaram desempenho agrônomo para uso como cobertura do solo ou forrageira, independente do sistema de cultivo, nas condições de Dourados - MS.

Palavras-Chave: *Jatropha curcas* L., produção de massa, cobertura do solo, capim-massai.

INTERCROPPING OF FORAGE SPECIES AND SOIL COVERING WITH *JATROPHA CURCAS* L.

ABSTRACT

Forage plants have shown a good fit to the intercropping; due to these species have good phenotypic plasticity regarding capture of radiation in response to the shading. Thus, the aim of this paper was to evaluate the production and distribution of dry matter in forages and cover plants, intercropped with *Jatropha curcas* L., in Dourados-MS. The design was conducted in a in the experimental plot at Embrapa Agricultural West, in partnership with Paraíso Farm, located at coordinates 22° 05' 44'' S and 55° 18' 48'' W, in the District of Itahum, Dourados, in an area of Dystrophic Red Latosol, soils with an average of 200 g kg⁻¹ clay. The experimental design was of randomized blocks in factorial design, being 7 treatments (species): T1: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T2: brachiaria-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T3: brachiaria-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T4: brachiaria humidicola (*Brachiaria humidicola*); T5: grass-massai (*Panicum maximum* cv. Massai); T6: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T7: crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) and two growing systems (single and intercropped) with four replications for the dry matter yearly production by species. For the seven evaluations, the design was of randomized blocks and subdivided plots in different periods of time, being seven evaluations and two growing systems (single and intercropped) with four replications. The dry matter yield and the average plants height, from the different species intercropped with *Jatropha curcas* L., showed a response among species and cropping systems. Comparing the systems, in the average of the studied species, the intercropped sowing had a greater plants height. The intercropped sowing system also provided the lowest seasonal dry matter yield in the intercropping. Observing the matter production during the year, in both cropping systems, it's clear the smallest change, especially between July/09 and March/2010, for the intercropped system. This behavior may be linked to the interaction among the cover plants and *Jatropha curcas* L., with the leaves falling and decomposition during fall/winter, may be contributing to maintain the soil moisture and improve its chemical and biological conditions. The species that showed a better adaptation to the intercropped sowing between the rows of *Jatropha curcas* L. crop was massai-grass, showing higher dry matter production. However, all the studied species had agronomic performance to be used as soil covering or forage, regardless to the growing system, in Dourados-MS.

Key words: *Jatropha curcas* L., matter production, soil covering, massai-grass.

INTRODUÇÃO

O dinamismo da agricultura tem levado diversos agricultores a fazerem uso de técnicas que proporcionam a manutenção ou a melhoria do potencial produtivo dos sistemas agrícolas. Dentre estas técnicas, a produção de espécies destinadas à cobertura do solo se destaca por ser uma prática conservacionista pela qual certas espécies de plantas são cultivadas e mantidas na superfície do solo, proporcionando melhorias das condições químicas, físicas e biológicas do solo. Seus inúmeros efeitos têm sido identificados, mediante a proteção do solo, controle de plantas espontâneas, aporte de matéria orgânica e nutriente ao solo (ALVARENGA et al., 2001).

O cultivo de espécies com produção de grande quantidade de palha é fundamental para a sustentabilidade dos agrossistemas. Sendo que as áreas agrícolas são diretamente influenciadas pela forma de manejo dos solos e das culturas, necessitando de cobertura do solo com diferentes espécies, com diferentes sistemas radicular e relação C/N diferenciados. Estas espécies promovem a manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo, propiciando também o aumento da disponibilidade de nutrientes (ALVARENGA et al., 2001), o fornecimento de N pela decomposição da matéria orgânica e maior quantidade de água disponível no solo (FAGERIA e STONE, 2004).

Outra forma de manejo é a consorciação do pinhão-mansão com pastagens, para ser explorada na pecuária leiteira, esta é uma oportunidade de desenvolvimento tecnológico direcionado para a agricultura brasileira, em especial a agricultura familiar. Em Minas Gerais, produtores estão realizando a criação de gado leiteiro e de corte, e em São Paulo, a criação de ovelhas nas entre linhas do pinhão-mansão (MULLER, 2008).

Sabendo que cultivar espécies de gramíneas nas entrelinhas do pinhão-mansão, não vai afetar a produtividade da cultura principal, deve ser uma possibilidade de manejo no sistema de produção. Sendo que estas gramíneas, utilizadas em consórcio, podem melhorar o sistema produtivo, por meio da produção de palha, que traz inúmeros benefícios ao solo, tais como a melhoria física, química e microbiológica do solo.

Porém, é preciso levar em consideração que a presença de árvores e arbustos na pastagem pode afetar o desenvolvimento do pasto. Isso ocorreria, principalmente, em virtude do sombreamento excessivo e, em alguns casos, em decorrência da competição por água e nutrientes que as espécies arbóreo-arbustivas exerceriam sobre as forrageiras herbáceas. Espécies arbustivas que apresentam abundante queda de folhas, cuja

decomposição seja lenta, poderão afetar o rebrote e crescimento do capim (ANDRADE et al., 2003; ANDRADE et al., 2004; DIAS-FILHO 2007).

O fato de existir a possibilidade das espécies arbustivas sombrearem a forrageira, demonstra a necessidade de conhecer o potencial de cada espécie, quando cultivadas em sistema de consórcio.

Mesmo com a possibilidade de competição, as plantas forrageiras têm demonstrado boa adaptação ao consórcio, isso devido a essas espécies possuírem boa plasticidade fenotípica quanto à captura de radiação em resposta ao sombreamento e, por conseqüência, a capacidade de manter o crescimento mesmo com restrição de luz (DIAS-FILHO, 2000; SEVERINO et al., 2006).

A necessidade de alcançar um sistema de produção em que possa combinar o cultivo de duas ou mais culturas, na mesma área, leva o produtor a utilizar diferentes espécies com diferentes potenciais, a fim de diversificar sua propriedade e atingir a sustentabilidade (OLIVEIRA et al., 2007).

A eficiência e as vantagens de um sistema consorciado fundamentam-se, principalmente, na complementaridade entre as culturas envolvidas; dessa forma, é importante entender o comportamento de cada espécie dentro deste sistema, de forma que a cultura principal e a espécie cultivada em consórcio possam expressar seu potencial produtivo.

Visando à maximização do uso do solo e a oferta de matéria-prima para o biodiesel, teve como objetivo neste trabalho avaliar a produção de massa seca de plantas forrageiras e de cobertura, consorciadas com pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), em Dourados, MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, que está localizada nas coordenadas geográficas com Latitude Sul 22°05'44" e Longitude W 55°18'48", no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho Distrófico, solos com teores médios de 200 g kg⁻¹ de argila. As precipitações pluviométricas mensais durante o desenvolvimento do trabalho e médias históricas da precipitação são apresentadas na Figura 1.

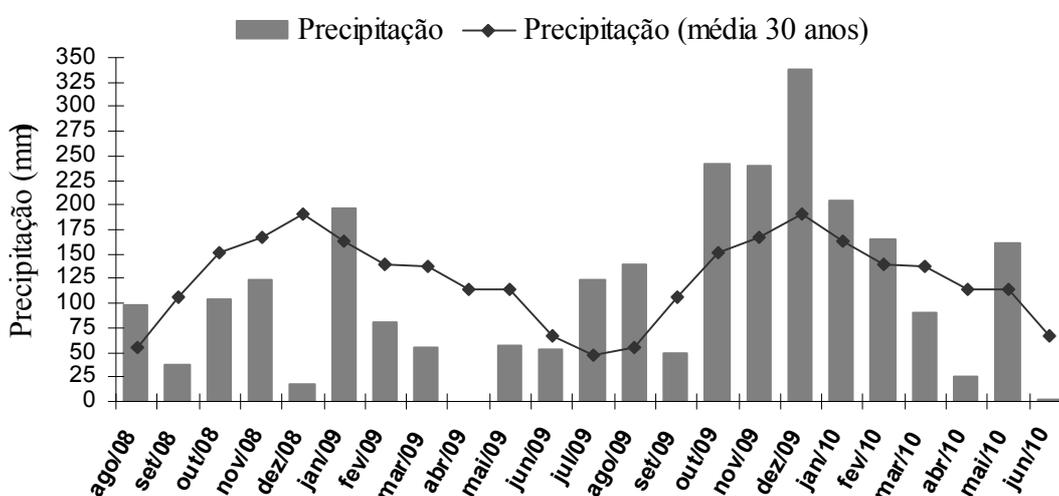


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica mensal nas safras 2008/2009 e 2009/2010 e médias histórica da precipitação. Fonte: Estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste – Dourados, MS.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial, sendo sete tratamentos (espécies): T1: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T2: braquiária-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T3: braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T4: braquiária-humidícola (*Brachiaria humidicola*); T5: capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai); T6: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T7: crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e dois sistemas de cultivo (solteiro e consorciado) com quatro repetições para a produção anual de massa seca pelas espécies. Para as sete avaliações no tempo, o delineamento foi de blocos casualizados e parcelas subdivididas no tempo sendo sete avaliações e dois sistemas de cultivo (solteiro e consorciado), e com quatro repetições.

O pinhão-manso foi implantado em novembro de 2006 por semeadura direta no campo no espaçamento 3 x 2 m. Durante as safras 2006/07 e 2007/08, o talhão foi conduzido como lavoura, recebendo tratamentos culturais usados para a cultura. Em março de 2009, as plantas de cobertura foram semeadas nas entrelinhas do pinhão-manso (consórcio) e em sistema de cultivo solteiro.

No consórcio, as parcelas foram formadas por 3 entrelinhas do pinhão-manso com 8 m de comprimento. Respeitou-se a distância aproximada de 0,5 m em cada lado da linha de pinhão-manso para evitar competição e facilitar a colheita e tratamentos culturais. As parcelas do cultivo solteiro das forrageiras foram formadas de 15 linhas com 8 metros de comprimento, para cada espécie.

O pinhão-manso recebeu adubação, na linha, em superfície, na terceira e quarta safra, de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20, parcelada em duas aplicações (50% na primeira em outubro de 2008 e 2009 e 50% na segunda em março de 2009 e 2010). As espécies forrageiras e de cobertura não receberam adubação.

O manejo das espécies forrageiras e de cobertura foi realizado, por meio de roçadas, com roçadora costal, de acordo com a altura de manejo indicada a cada espécie. O resíduo vegetal resultante da roçada foi distribuído uniformemente sobre a parcela, permanecendo no local para efeito de cobertura do solo.

Foram realizadas avaliações em sete épocas (abril, julho, outubro e dezembro de 2009; março, abril e junho de 2010), de massa seca da parte aérea e altura de planta.

A altura das espécies consorciadas foi avaliada com auxílio de trena graduada medindo-se dez plantas por parcela, antes de cada manejo. A medição foi realizada da superfície do solo ao ápice da planta.

Quando ela atingia a altura mínima de corte utilizada para cada espécie, 20 cm para *estilosantes-campo-grande*, *braquiária-ruziziensis*, *braquiária-ruziziensis* + *estilosantes-campo-grande*, *braquiária-humidícola*, 40 cm para *capim-massai* e 50 cm para *guandu-anão* e *crotalaria*, foi determinada a produção de massa de matéria seca da parte aérea através do corte das plantas, na altura de manejo indicada a cada espécie. Quando as plantas não atingiam as respectivas alturas de manejo, não foi realizado o corte e a produção de massa e o crescimento foi considerado nulo. A avaliação de produção foi realizada com auxílio de um quadro de metal com área de 0,25 m², em três pontos por parcela, realizando o corte a 20 cm do solo para *estilosantes-campo-grande*, *braquiária-ruziziensis*, *braquiária-ruziziensis* + *estilosantes-campo-grande*, *braquiária-*

humidícola, 40 cm do solo para capim-massai e 50 cm do solo para guandu-anão e crotalaria sempre que era atingida a altura de manejo.

Na avaliação de jun/10, a produtividade de MS de estilosantes foi considerada zero, pois este não atingiu a altura mínima de corte, adotada neste trabalho, de 20 cm. Em out/09, o guandu-anão e a crotalaria não foram podadas para propiciar a produção de sementes; portanto, essa avaliação da produtividade de massa seca foi considerada nula. Após a colheita das sementes, houve o rebrote das espécies e a produtividade de MS foi quantificada nas avaliações de dez/09 e mar/10; em seguida, as plantas morreram, fechando o ciclo bianual.

Após a coleta no campo, o material foi levado para o laboratório onde foi medida a massa fresca com auxílio de balança de precisão, posteriormente levada à estufa de circulação a 65°C por 48 horas para determinação de massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura média de plantas, das diferentes espécies consorciadas com pinhão-mansão, apresentou resposta entre espécies e sistemas de cultivo e para a interação (Quadro 1).

Na média dos sistemas de cultivo, o massai (76,85 cm) e o guandu-anão (79,43 cm) foram as que apresentaram as maiores alturas de plantas (Quadro 1).

Comparando-se os sistemas, na média das espécies estudadas, o cultivo consorciado (63,80 cm) resultou em maior altura de plantas, demonstrando a necessidade de adoção de manejo diferenciado entre os dois sistemas. A maior altura de plantas no sistema consorciado sugere que estas atingem a altura de corte ou pastejo mais rapidamente, provavelmente devido ao efeito de sombreamento do pinhão-mansão.

QUADRO 1. Média das alturas de plantas (cm) de diferentes espécies em dois sistemas de cultivo, obtidos nas sete avaliações na safra 2009 e 2010. Dourados, MS, 2010.

TRATAMENTOS	Altura de planta (cm)		
	Média dos sistemas	Solteiro	Consórcio
Estilosantes Campo Grande	38,85 e	38,29 a	39,42 a
Br. Ruziziensis	64,82 bc	61,30 b	68,34 a
Br. ruziziensis + Campo grande	65,49 b	60,08 b	70,92 a
Humidícola	46,22 d	49,15 a	43,29 b
Massai	76,85 a	73,86 b	79,84 a
Guandu anão	79,43 a	85,20 a	73,65 b
Crotalaria spectabilis	62,53 c	53,90 b	71,15 a
SISTEMAS			
Solteiro	60,25 b		
Consórcio	63,80 a		
F (blocos)	1,14		
F espécies (A)	718,177*		
F sistemas (B)	70,123*		
F (AxB)	77,05*		
CV (%)	6,7		

Médias seguidas por letras iguais, na coluna para a média dos sistemas, na linha entre os sistemas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A altura de plantas foi influenciada significativamente pelos sistemas de cultivo, onde apenas para o estilosantes não houve diferença entre os sistemas. Para o tratamento

humidícola e guandu-anão, as médias foram maiores no sistema solteiro e para os demais as alturas de plantas foram superiores no sistema (Figura 2).

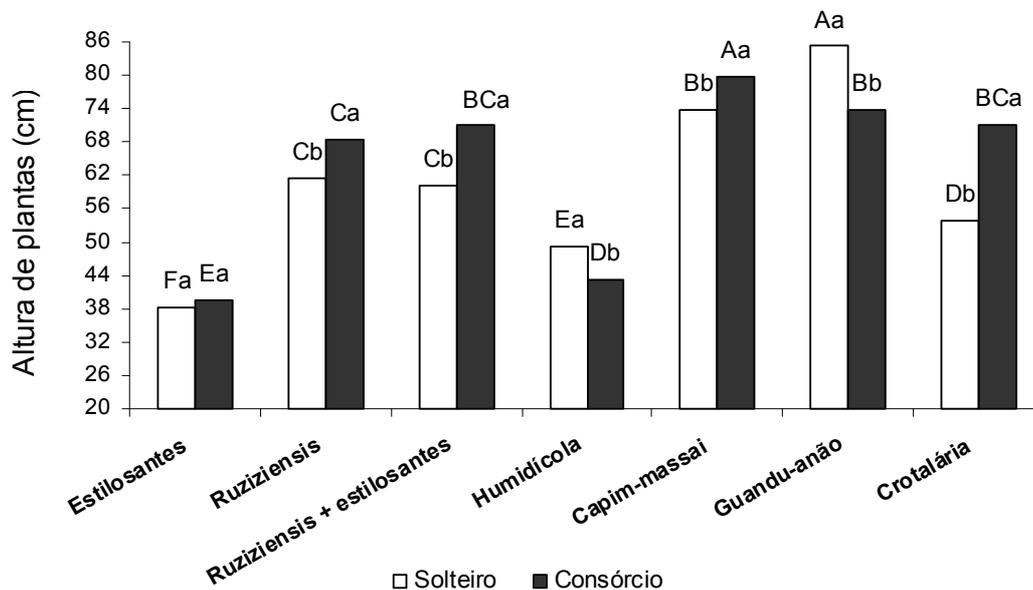


FIGURA 2. Média das alturas de plantas de diferentes espécies em sistema solteiro e de consórcio. Médias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares (no mesmo sistema de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o sistema solteiro, a maior altura de planta foi observada para guandu-anão, já para o sistema consorciado, a maior média de altura foi para capim-massai (Figura 2). Isso demonstra a diferença de comportamento de cada espécie em relação ao sistema de cultivo, assim como diferença de adaptação das espécies do sistema de cultivo consorciado.

Houve diferença, para altura de plantas, entre as avaliações para todas as espécies (Quadro 2). Também houve diferença na altura de plantas, na média das espécies, nas avaliações de abril, junho, outubro e dezembro de 2009 (Quadro 2).

Para a primeira avaliação (abril/2009), na média das espécies, o sistema de cultivo solteiro teve o maior resultado, já para as avaliações de julho, outubro e dezembro de 2009, o sistema consorciado apresentou as maiores médias, para as demais avaliações, os sistemas não diferiram entre si (Quadro 2).

QUADRO 2. Altura de plantas (cm) de diferentes espécies em sete avaliações e em dois sistemas de cultivo. Dourados-MS, 2010.

TRATAMENTOS	Avaliações						
	abr/09	jul/09	out/09	dez/09	mar/10	abr/10	jun/10
Estilosantes	22,41 e	33,08 d	50,79 c	59,20 b	69,58 a	36,90 d	0,00 f
Braquiária-ruziziensis	89,30 a	48,21 d	59,76 c	72,29 b	78,15 b	62,08 c	43,95 d
Ruziziensis + Estilosantes	86,70 a	48,46 e	57,73 d	73,46 bc	78,56 b	68,98 c	44,58 e
Humidícola	42,96 cd	28,13 e	47,01 c	81,22 a	57,73 b	36,89 d	29,61 e
Massai	46,26 f	48,71 f	117,99 a	75,85 d	99,16 b	86,89 c	63,10 e
Guandu-anão	125,89 c	105,29 d	0,00 e	170,01 a	154,79 b	0,00 e	0,00 e
Crotalária	95,50 c	83,04 d	0,00 e	116,03 b	143,11 a	0,00 e	0,00 e
SISTEMAS							
Solteiro	79,91 a	51,91 b	39,67 b	84,77 b	97,63 a	41,44 a	26,43 a
Consórcio	65,52 b	60,93 a	55,55 a	100,39 a	96,63 a	41,90 a	25,35 a
F bloco	1,14	F sistemas (B)		70,12*	F avaliações (C)		1760,13*
F espécies (A)	718,17*	F (A x B)		77,05*	F (A x C)		405,38*
CV (%)	6,70	CV (%)		6,77	F (B x C)		72,27*
					F (A x B x C)		26,69*
					CV (%)		7,65

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A altura de plantas variou entre as avaliações ao longo do ano no sistema de cultivo solteiro para todas as espécies para o sistema de cultivo solteiro (Quadro 3). A máxima altura foi de 73,30 cm para estilosantes-campo-grande em mar/10; 101,00 cm de braquiária-ruziziensis em abr/09; 92,00 cm de braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande em abr/09; 88,30 cm de humidícola em dez/09; 114,30 cm de massai em out/09; 185,00 cm de guandu-anão em mar/10 e 120,00 cm de crotalária em mar/10 (Quadro 3).

QUADRO 3. Altura de plantas de diferentes espécies cultivada em sistema solteiro distribuída nas sete avaliações. Dourados-MS, 2010.

TRATAMENTOS	Avaliações						
	abr/09	jul/09	out/09	dez/09	mar/10	abr/10	jun/10
Estilosantes	27,00 e	31,00 de	43,30 c	56,70 b	73,30 a	36,70 cd	0,00 f
Ruziziensis	101,00 a	44,67 d	36,70 d	60,00 c	81,70 b	60,00 c	45,00 d
Ruziz. + Estilosantes	92,00 a	41,67 d	36,70 d	61,70 c	76,70 b	66,70 c	45,00 d
Humidícola	48,00 c	32,67 d	46,70 c	88,30 a	61,70 b	35,00 d	31,70 d
Massai	51,70 d	54,33 cd	114,30 a	56,70 cd	85,00 b	91,70 b	63,30 c
Guandu anão	137,70 b	97,00 c	0,00 a	176,70 a	185,00 a	0,00 d	0,00 d
Crotalária	102,00 b	62,00 c	0,00 a	93,30 b	120,00 a	0,00 d	0,00 d

Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando através do desdobramento, a altura de plantas de diferentes espécies nas sete avaliações cultivadas no sistema consorciado, braquiária-ruziziensis,

braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande, humidícola e guandu-anão apresentaram a maior altura no mês de dezembro de 2009, atingindo na avaliação de dezembro, altura de 84,58; 85,23; 74,15 e 163,33 cm, respectivamente (Quadro 4).

QUADRO 4. Altura de plantas de diferentes espécies cultivada em sistema de consórcio distribuída nas sete avaliações. Dourados-MS, 2010.

TRATAMENTOS	Avaliações						
	abr/09	jul/09	out/09	dez/09	mar/10	abr/10	jun/10
Estilosantes	17,83 c	35,17 b	58,28 a	61,70 a	65,85 a	37,10 b	0,00 d
Ruziziensis	77,60 ab	51,75 d	82,83 ab	84,58 a	74,60 b	64,15 c	42,90 d
Ruziz. + Estilosantes	81,40 a	55,25 c	78,75 ab	85,23 a	80,43 ab	71,25 b	44,15 d
Humidícola	37,93 d	22,58 e	47,33 bc	74,15 a	53,75 b	38,78 cd	27,53 e
Massai	40,83 e	43,08 e	121,68 a	95,00 b	113,33 a	82,08 c	62,90 d
Guandu anão	114,08 c	113,58 c	0,00 d	163,33 a	124,58 b	0,00 d	0,00 d
Crotalária	89,00 d	104,08 c	0,00 e	138,75 b	166,23 a	0,00 e	0,00 e

Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para estilosantes-campo-grande e crotalária as maiores alturas foram de 65,85 e 166,23 cm, respectivamente na avaliação de março de 2010, e para o massai de 121,68 cm no mês de outubro de 2009 (Quadro 4).

A produtividade de massa seca, das diferentes espécies consorciadas com pinhão-mansão, apresentou resposta entre espécies e sistemas de cultivo (Quadro 5).

QUADRO 5. Produtividade de massa seca da parte aérea ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) de diferentes espécies em dois sistemas de cultivo. Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	Produtividade $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$		
	Média dos sistemas	Solteiro	Consórcio
Estilosantes Campo Grande	20,40 c	20,73 a	20,01 a
Br. Ruziziensis	28,07 b	28,51 a	27,63 a
Br. ruziziensis + Campo grande	26,18 b	27,19 a	25,18 a
Humidícola	19,10 c	21,84 a	16,36 a
Massai	31,71 a	28,28 b	35,18 a
Guandu anão	20,33 c	28,01 a	12,66 a
Crotalária spectabilis	17,87 c	13,99 b	21,73 a
SISTEMAS			
Solteiro	24,08 a		
Consórcio	22,68 b		
F (blocos)	0,08		
F espécies (A)	40,63*		
F sistemas (B)	4,99*		
F (AxB)	22,24*		
CV (%)	9,99		

* significativo a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais, na coluna para a média dos sistemas, na linha entre os sistemas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para estilosantes-campo-grande, braquiária-ruziziensis, braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande, humidícola e guandu-anão não houve diferença entre os sistemas de cultivo. Massai e crotalária tiveram maior produtividade de massa seca para sistema consorciado (Quadro 5).

Analisando a produtividade de massa seca (palhada), para plantio direto, todas as espécies trabalhadas produziram satisfatoriamente (Quadro 5), produzindo acima de 12 t ha⁻¹ de palhada sobre o solo de cerrado, indicada como ideal para essa região (SÉGUY et al., 1992; ALVARENGA et al., 2001).

Esta produção de massa seca pode auxiliar na estruturação do solo (STONE, 2001), sendo, dessa forma, todas as espécies estudadas podem ser utilizadas para os sistemas de cultivo solteiro e consorciado.

A produção de palha em solos com textura arenosa é fundamental para proteger o solo. O aporte de resíduos orgânicos sobre o solo, a médio e longo prazo, pode aumentar o teor de matéria orgânica, que é a principal responsável pela CTC dos solos arenosos (STONE, 2001).

A produtividade de massa seca foi influenciada pelo sistema de cultivo, onde apenas o capim-massai e a crotalária tiveram produtividades superiores no sistema consorciado (Figura 3).

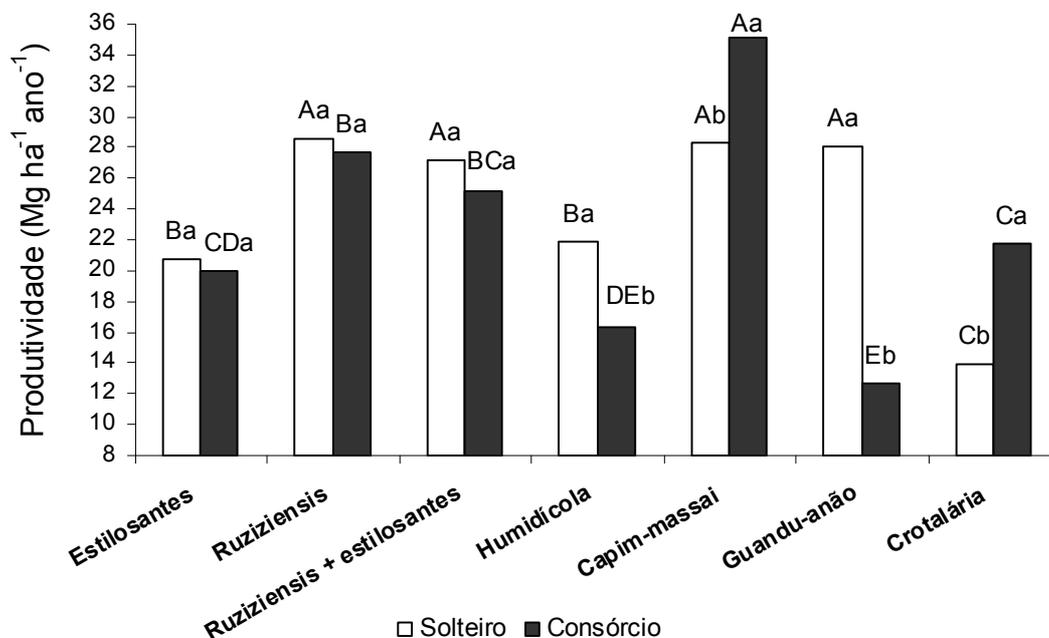


FIGURA 3. Produtividade de massa seca de diferentes espécies em sistema solteiro e de consórcio. Médias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares (no mesmo sistema de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o sistema consorciado nota-se que o massai teve a maior produtividade de massa seca seguido pela ruzizensis e ruzizensis + estilosantes (Figura 3). Isso mostra a boa adaptação destas espécies quando cultivadas nas entrelinhas do pinhão-manso.

Observa-se que apenas para a avaliação da produtividade de massa seca de jun/10 não houve diferença significativa entre as espécies (Quadro 6). Também não houve diferença na produtividade de massa seca (MS), na média das espécies, nas avaliações de abril e junho de 2010 (Quadro 6). Nas avaliações de abr/09 e mar/10, as espécies produziram mais MS no sistema solteiro e nas demais avaliações, entre jul/09 e dez/09, no sistema consorciado.

Mais uma vez fica evidente o favorecimento do consórcio para a cultivar massai produzir massa no inverno, época que outras espécies tem baixa produtividade de massa seca, devido as condições climática. Outra fato que fica evidente é a competição do pinhão-manso com o guandu-anão no período de primavera a verão, quando ambas as culturas estão em pleno crescimento vegetativo, ocorrendo o sombreamento da cultura intercalar.

QUADRO 6. Produtividade de massa seca (Mg ha^{-1}) de diferentes espécies em sete avaliações e em dois sistemas de cultivo. Dourados, MS, 2010.

TRATAMENTOS	Avaliações						
	abr/09	jul/09	out/09	dez/09	mar/10	abr/10	jun/10
Estilosantes	0,94 cd	1,69 bc	6,24 a	5,70 a	3,04 b	2,79 b	0,00 d
Ruzizensis	3,83 cd	2,47 a	5,59 ab	4,77 bc	6,51 a	3,88 c	1,02 e
Ruziz. + Estilosantes	4,50 a	2,48 c	5,36 a	5,55 a	4,27 ab	3,03 bc	1,01 d
Humidícola	2,02 b	0,93 b	4,35 a	4,77 a	4,41 a	1,94 b	0,66 b
Massai	2,78 c	3,19 c	8,86 a	6,33 b	5,86 b	3,61 c	1,08 d
Guandu-anão	1,99 c	4,15 b	0,00 d	7,54 a	6,50 a	0,00 d	0,00 d
Crotalaria	1,11 c	4,30 b	0,00 c	4,92 b	7,68 a	0,00 d	0,00 c
SISTEMAS							
Solteiro	3,31 a	2,23 b	4,07 b	5,37 b	6,31 a	2,24 a	0,54 a
Consórcio	1,59 b	3,26 a	4,61 a	5,94 a	4,62 b	2,12 a	0,53 a
F bloco	0,076	F sistemas (B)		5,34*	F avaliações (C)		533,87*
F espécies (A)	37,74*	F (A x B)		23,80*	F (A x C)		59,51*
CV (%)	27,43	CV (%)		25,55	F (B x C)		45,66*
					F (A x B x C)		22,97
					CV (%)		18,24

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A produtividade de MS variou entre espécies e avaliações ao longo do ano no sistema de cultivo solteiro (Quadro 7). A máxima produtividade foi de $6,36 \text{ Mg ha}^{-1}$ para estilosantes-campo-grande em out/09; $8,58 \text{ Mg ha}^{-1}$ de braquiária-ruzizensis em

mar/10; 5,7 Mg ha⁻¹ de braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande em abr/09; 5,98 Mg ha⁻¹ de humidícola em mar/10; 9,40 Mg ha⁻¹ de massai em out/09; 11,06 Mg ha⁻¹ de guandu-anão em mar/10 e 6,07 Mg ha⁻¹ de crotalária em mar/10 (Quadro 7).

QUADRO 7. Produtividade de massa de diferentes espécies cultivada em sistema solteiro distribuída nas sete épocas de avaliações. Dourados-MS, 2010.

TRATAMENTOS	Avaliações						
	abr/09	jul/09	out/09	dez/09	mar/10	abr/10	jun/10
Estilosantes	1,66 bc	1,83 bc	6,36 a	5,51 a	2,88 b	2,48 b	0,00 c
Ruziziensis	4,83 b	1,77 c	4,02 b	3,09 bc	8,58 a	4,96 b	1,24 c
Ruziz. + Estilosantes	5,77 a	1,67 cd	4,61 ab	5,01 ab	5,70 a	3,23 bc	1,19 d
Humidícola	3,34 bc	1,17 d	4,12 ab	4,79 ab	5,98 a	1,81 cd	0,63 d
Massai	3,39 bc	2,85 c	9,40 a	4,80 b	3,93 bc	3,17 bc	0,75 d
Guandu-anão	2,86 b	3,94 b	0,00 c	10,15 a	11,06 a	0,00 c	0,00 c
Crotalária	1,35 cd	2,34 bc	0,00 c	4,22 ab	6,07 a	0,00 c	0,00 c

Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Comparando-se o desempenho das espécies nos sistemas de produção (solteiro) e (consorciado) pode-se inferir que, a menor sazonalidade na produção de massa seca no consórcio pode estar relacionada ao aumento de resíduos orgânicos sobre o solo, adicionados pela queda de grande massa foliar do pinhão-manso. Aliado a baixa relação C/N desse material que rapidamente se decompõe no solo, resultando no aumento do teor de matéria orgânica, de nutriente e maior retenção de água no solo (LAVIOLA, 2008).

No sistema de cultivo consorciado, braquiária-ruziziensis, braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande e massai produziram alta quantidade de MS, atingindo na avaliação de outubro, produtividade de 7,16; 6,11 e 8,32 Mg ha⁻¹, respectivamente (Quadro 8).

QUADRO 8. Produtividade de massa de diferentes espécies cultivadas em sistema de consórcio distribuída nas sete épocas de avaliações. Dourados-MS, 2010.

TRATAMENTOS	Avaliações						
	abr/09	jul/09	out/09	dez/09	mar/10	abr/10	jun/10
Estilosantes	0,23 c	1,55 bc	6,12 a	5,88 a	3,20 b	3,11 b	0,00 c
Ruziziensis	2,83 b	3,16 b	7,16 a	6,45 a	4,44 b	2,79 b	0,79 c
Ruziz. + Estilosantes	3,22 b	3,28 b	6,11 a	6,09 a	2,83 b	2,82 b	0,82 c
Humidícola	0,70 c	0,68 c	4,59 a	4,76 a	2,85 ab	2,08 bc	0,70 c
Massai	2,18 bc	3,54 b	8,32 a	7,85 a	7,80 a	4,06 b	1,39 c
Guandu-anão	1,13 bc	4,65 a	0,00 c	4,93 a	1,95 b	0,00 c	0,00 c
Crotalária	0,86 c	5,97 b	0,00 c	5,63 b	9,28 a	0,00 c	0,00 c

Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Além de alta produtividade de MS, a braquiária-ruziziensis, braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande e massai apresentaram uma distribuição na produção de massa ao longo do ano, inclusive nos meses de inverno, considerados críticos para a produtividade de MS. A redução drástica da produtividade de MS pelas espécies leguminosas nos meses de inverno está ligada às condições e respostas fisiológicas das plantas C3, às reduções de disponibilidade de água, luz e temperatura (RAVEN et al., 2001).

Observando-se a produtividade de massa seca da parte aérea ao longo do ano, nos dois sistemas de cultivo, fica evidente a menor variação, especialmente entre jul/09 e mar/10, para o sistema consorciado. Este comportamento pode estar ligado à interação entre as plantas de cobertura e o pinhão-manso, que com a queda e decomposição das folhas no outono/inverno, pode estar contribuindo para manutenção da umidade do solo e para melhorias nas condições químicas e biológicas do solo.

CONCLUSÕES

1- A espécie que demonstrou maior adaptação para o cultivo consorciado nas entrelinhas da cultura do pinhão-manso foi o capim-massai, apresentando maior produção de massa seca.

2- Todas as espécies estudadas apresentaram desempenho agrônômico para uso como cobertura do solo ou forrageira, independente do sistema de cultivo, nas condições de Dourados - MS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 263-270, 2004.

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p.1845-1850, 2003.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.

DIAS FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p.2335-2341, 2000.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de calcário e zinco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 73-78, jan. 2004.

FERREIRA, D. SISVAR software:versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1969-1975, 2008.

MULLER, M. **Produção consorciada de alimentos e energia pela agricultura familiar: cultivo de oleaginosas perenes**. Embrapa Gado de Leite: Juiz de Fora-MG (2008).

OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. C.; VENTURIN, N.; BOTELHO, S. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; MAGALHÃES, W. M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, Lavras, v.13, n. 1, p. 40-50, 2007.

PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G. M. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização como cobertura viva permanente de solo. **Agronomia**, Seropédica, v. 34, n.1/2, p.38-43, jan./dez. 2000.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Ed. Gunabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2001, 906p.

SALTON, J.C. Opções de safrinha para agregação de renda nos cerrados. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, PLANTIO DIRETO NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 1999, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia : Universidade Federal de Uberlândia, 1999. p.189-200.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MATSUBARA, M. **Gestão dos solos e culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do Centro-Oeste.** Lucas do Rio Verde, CIRAD, 117p. 1992. (Convênio RAP/CIRAD-CA Fazenda Progresso).

SEVERINO, F. J., CARVALHO, S. J. P., CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. II – implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 45-52, 2006.

STONE, L. F; SILVEIRA, P.M. Efeitos de sistemas de preparo e rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v25, n 2. Campinas. 2001.p395-400.

ARTIGO 3

CONSÓRCIO DE CULTURAS ANUAIS COM PINHÃO-MANSO

RESUMO

Duas culturas podem ser exploradas conjuntamente, em sistemas de consórcio; porém, há necessidade de se gerar conhecimento para sistema consorciado, pois no consórcio ocorrem interações cooperativas e competitivas que necessitam de ser quantificadas para ter o máximo de eficiência no uso do solo, e com maior rentabilidade para o produtor. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o cultivo de culturas anuais consorciado com pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*) em Dourados, MS. O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, que está localizada nas coordenadas geográficas com Latitude Sul 22°05'44" e Longitude W 55°18'48", no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho Distrófico, solos com teores médios de 200 g kg⁻¹ de argila. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3x2, sendo que cada espécie teve três cultivares e dois sistemas de cultivo (solteiro e consórcio), com quatro repetições. As culturas testadas foram feijão-caupi e milho (safrinha 2009 e 2010), nabo forrageiro (safrinha 2009), feijão comum, milho e soja (safra 2009/2010). As cultivares de feijão-caupi testadas na safrinha 2008/09 e 2009/10, apresentaram produtividade satisfatória quando cultivadas em consórcio com pinhão-manso; dessa forma, podem ser cultivadas neste sistema de cultivo. A cultivar de milho BRS 1010 apresentou maior produtividade no sistema consorciado na safrinha 2009 e a BRS 106 na safrinha 2010. As cultivares de nabo-forrageiro apresentaram produtividade satisfatória no sistema de cultivo consorciado, sendo as mesmas indicadas para o cultivo nas entrelinhas do pinhão-manso. Na safra 2009/10, o milho e soja apresentaram produtividade muito baixa; desta forma, não se adaptaram para o consórcio, na safra, destas espécies em consórcio com pinhão-manso com três anos, quando utilizado o espaçamento de 3x2 para o pinhão-manso.

Palavras-chave: biodiesel, *Jatropha curcas L.*, consórcio, sistemas de cultivo.

INTERCROPPING OF YEARLY GROWTH WITH *JATROPHA CURCAS* L.

ABSTRACT

Two crops can be explored jointly, in intercropping systems; however, there is a need of generating knowledge for the intercropped system, because in the intercropping there are cooperative and competitive interactions that need to have the maximum effectiveness in soil use, and with better and higher profitable for the producer. Therefore, the aim of this paper was to evaluate the yearly growing crops intercropped with *Jatropha curcas* L. in Dourados, MS. The design was conducted in a in the experimental plot at Embrapa Agricultural West, in partnership with Paraíso Farm, located at coordinates 22° 05' 44'' S and 55° 18' 48'' W, in the District of Itahum, Dourados, in an area of Dystrophic Red Latosol, soils with an average of 200 g kg⁻¹ clay. The experimental design was of randomized blocks, in a 3 x 2 factorial design whereas each species had three cultivars and two growing systems (single and intercropping), with four replications. The tested crops were caupi-beans and corn (2009 and 2010 seasonal crop), turnip (2009 seasonal crop), beans, corn and soybeans (2009/2010 seasonal crop). The caupi-beans crops tested during 2008/09 and 2009/10 season crop showed satisfactory yield when sowed intercropped with *Jatropha curcas* L.; thus, they can be grown in this growing system. The BRS 1010 corn crop had better results in the intercropped system during 2009 season crop and BRS 106 during 2010 one. The turnip crops had satisfactory yield in the intercropped sowing system, being the same ones indicated to the *Jatropha curcas* L. cropping between rows. In 2009/10 crop, the corn and soybeans showed a very low yield; so, they didn't adapt themselves to the intercropping, during the crop, of these species intercropped with *Jatropha curcas* L. that was 3 years old, when it was used the 3 x 2 spacing for the *Jatropha curcas* L.

Key words: biodiesel, *Jatropha curcas* L., intercropping, growing systems.

INTRODUÇÃO

A eficiência e as vantagens de um sistema consorciado fundamentam-se, principalmente, na complementaridade entre as culturas envolvidas, sendo que serão tanto maiores quanto menores forem os efeitos negativos estabelecidos de uma cultura sobre a outra (CERETTA, 1986). Por isso, torna-se muito importante avaliar o manejo das espécies em cultivo consorciado, a fim de se ter menor competição pelos recursos a serem utilizados pelas mesmas (CERETTA, 1986).

Outras vantagens atribuídas aos cultivos consorciados são: maior eficiência na utilização da terra, diminuição dos riscos de perdas totais, melhor uso dos recursos ambientais, diminuição do uso de insumos não renováveis, tais como fertilizantes e agrotóxicos, ou pelo menos uso mais racional dos mesmos (CERETTA, 1986).

O consórcio de culturas é um sistema de cultivo tradicional nos países em desenvolvimento e consiste no plantio simultâneo ou não de duas ou mais culturas numa mesma área. Este sistema de cultivo é empregado, sobretudo, pelos pequenos produtores e pelos agricultores de subsistência. Para eles, o sistema é interessante por vários motivos, dentre os quais: permite o uso intensivo da área, diminui o risco de insucesso, melhora o hábito alimentar, aumenta a proteção vegetativa do solo contra a erosão e permite melhor controle das plantas daninhas que o cultivo solteiro (ANDRADE et al., 2001).

O sistema consorciado é adotado tanto nas regiões tropicais úmidas como nas tropicais semi-áridas. Pratica-se de forma predominante em regime de agricultura tradicional. A predominância do uso do consórcio nessas regiões deve-se ao maior rendimento de grãos, maior estabilidade ao longo dos anos e não exige custos adicionais (RAPOSO et al., 1995; PORTE e SILVA, 1996; FLESCHE, 2002). Assim reduz os riscos de perdas, aumenta o aproveitamento da sua propriedade com maior retorno econômico, além de constituir alternativa altamente viável para aumentar a oferta de alimentos (ANDRADE et al., 2001).

Uma espécie com potencial para utilização neste tipo de sistema é o pinhão-mansão, uma espécie não alimentar com alto potencial de rendimento de óleo. A oleaginosa possui, também, características compatíveis com o perfil da agricultura familiar, pois é perene e dependente de mão-de-obra. Os espaçamentos adotados

permitem, nos primeiros anos de cultivo, o consórcio com outras culturas, podendo produzir em uma mesma área energia e alimento (ALVARENGA et al., 2001).

Assim, a necessidade de suprir a demanda por alimentos por meio de recursos limitados pelas condições da agricultura familiar, aliada a uma preocupação no melhor aproveitamento das áreas de cultivo, tem sido a razão de se praticar cultivos consorciados (RAPOSO et al., 1995).

Duas culturas podem ser exploradas conjuntamente, em sistemas de consórcio; porém, há necessidade de se gerar conhecimento para tais sistemas, pois no consórcio ocorrem interações cooperativas e competitivas que necessitam de ser quantificadas para ter o máximo de eficiência no uso do solo, e com maior rentabilidade para o produtor, além da maior segurança na produção, com redução dos riscos (BELTRÃO et al., 2002).

Nesse sentido, a procura de cultivos que visem o melhor uso da terra e aproveitamento dos recursos naturais como água, luz, nutrientes, é uma importante opção para incrementar a produtividade de alimentos, especialmente em pequenas propriedades rurais onde se pratica o uso intensivo de mão-de-obra (SILVA et al., 1993).

Quando adotado o cultivo consorciado, as espécies podem apresentar comportamento diferenciado, em função do sistema de cultivo, sendo em altura e em distribuição das folhas no espaço, entre outras características morfológicas, que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes (GIMENES et al., 2008).

O comportamento de cada espécie no sistema consorciado deve-se a divisão da radiação solar incidente sobre as plantas, sendo em um sistema consorciado determinada pela altura das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção. O sombreamento causado pela cultura mais alta reduz tanto a quantidade de radiação solar à cultura mais baixa como a sua área foliar (FLESCH, 2002).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o cultivo de culturas anuais consorciado com pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), visando à maximização do uso do solo e ampliando à produção de alimentos e matéria prima para o biodiesel.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, que está localizada nas coordenadas geográficas com Latitude Sul 22°05'44" e Longitude W 55°18'48", no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho Distrófico, solos com teores médios de 200 g kg⁻¹ de argila. As precipitações pluviométricas mensais durante a condução do experimento são apresentadas na Figura 1.

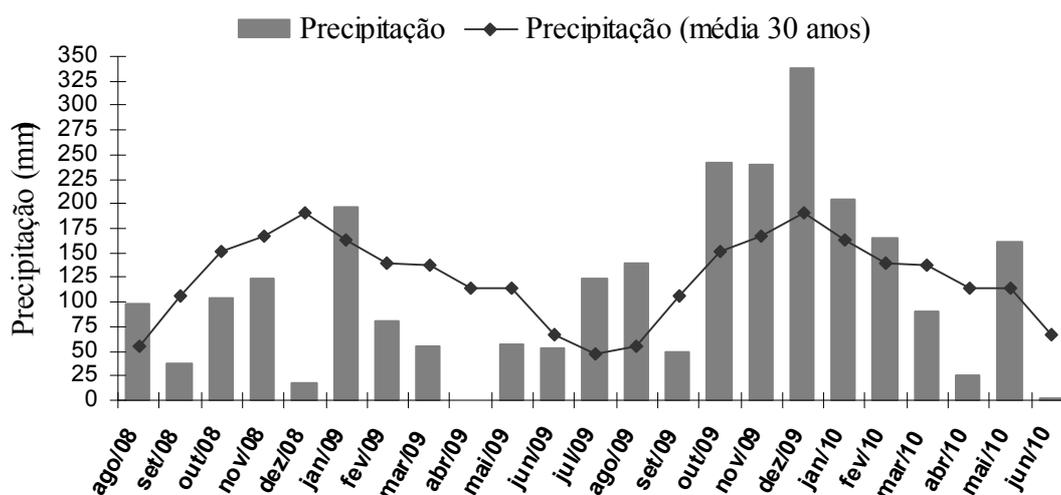


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica mensal nas safras 2008/2009 e 2009/2010 e médias histórica da precipitação. Fonte: Estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste – Dourados, MS.

O pinhão-mansão foi implanto em novembro de 2006, por meio de semeadura direta no campo, realizada no espaçamento de 3 x 2 m, deixando-se uma planta/cova. Nas safras 2006/07 e 2007/08 foram realizadas a condução e tratos culturais, normalmente empregados para a cultura. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras com seis plantas por fileira.

O pinhão-mansão recebeu adubação, na linha, em superfície, na terceira e quarta safra, de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20, parcelada em duas aplicações (50% na primeira em outubro de 2008 e 2009 e 50% na segunda em março de 2009 e 2010). Os tratamentos rotação 1, 2 e 3 receberam adubação, tratos culturais e avaliações, conforme recomendação para cada cultura.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3x2, sendo que cada espécie teve três cultivares e dois sistemas de cultivo (solteiro e consórcio), com quatro repetições. As culturas testadas foram feijão-caupi e milho

(safrinha 2009 e 2010), nabo forrageiro (safrinha 2009), feijão comum, milho e soja (safra 2009/2010). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

As espécies cultivadas na safrinha 2009 tiveram a semeadura realizada dia 26 de janeiro de 2009 e para a safrinha 2010 a semeadura ocorreu dia 24 de março de 2010. Para as culturas na safra 2009/2010, as semeaduras ocorreram dia 16 de outubro de 2009 para milho e feijão e dia 06 de novembro de 2009 para a soja.

As três cultivares de feijão-caupi usadas na safrinha de 2009 foram a Patativa, a Inhuma e a BRS Marataoã, enquanto a Xiquexique, a ITA e a Nova Era foram cultivadas na safrinha de 2010. Realizou-se adubação de base no feijão-caupi com 350 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20 e 20 kg ha⁻¹ de N em cobertura na forma de uréia, para os dois sistemas de cultivo.

As três cultivares de nabo-forrageiro utilizadas na safrinha 2009 foram a Seletina, a AL 1000 e a IPR 116. Realizou-se adubação de base no nabo-forrageiro com 300 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20, para os dois sistemas de cultivo.

As três cultivares de feijão comum utilizadas na safra 2009/2010 foram a CNFC 10429, a Majestoso e a Pérola, enquanto para a soja foram as BRS 240, BRS 238 e BRS 285.

As parcelas de feijão-caupi, nabo-forrageiro, feijão comum e soja foram compostas de cinco linhas em espaçamento de 0,45 m entre linhas e oito metros de comprimento; e a área útil foi composta por três linhas com seis metros lineares (8,1 m²).

As três cultivares de milho safrinha foram a Sol da Manhã, a BRS 1010 e a BRS 2020 cultivadas na safrinha 2009 e as BRS 2223, BRS 1010 e BRS 106 na safra 2009/2010 e safrinha 2010. Realizou-se adubação de base no milho com 350 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20 e 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura na forma de uréia, para os dois sistemas de cultivo.

A parcela de milho solteiro e consorciado foi composta de três linhas de milho em espaçamento de 0,90 m entre linhas e 8 m de comprimento. As avaliações foram realizadas na área útil, respeitando bordadura de um metro de cada lado, resultando em linhas de 6 m de comprimento.

As análises do teor total de óleo, nas sementes do nabo-forrageiro e soja, foram realizadas no laboratório de Bromatologia da Unigran, pelo do método Soxhlet,

descrito por Lara (1985). A produtividade de óleo foi obtida pela relação entre a produtividade de sementes e teor de óleo nas sementes do pinhão-mansão.

O índice de colheita refere-se à fração de fitomassa seca de grãos colhidos em relação à fitomassa seca total da parte aérea da planta.

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manual, sempre que houve necessidade. O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com a ocorrência de danos econômicos, considerando o manejo integrado de pragas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1- Feijão-caupi safrinha 2009

Na safrinha 2009, as cultivares de feijão-caupi no sistema de cultivo consorciado alcançaram maior massa de 100 sementes. Para os atributos massa seca total, produtividade e índice de colheita, o sistema de cultivo solteiro apresentou os maiores resultados. A cultivar Inhumá apresentou maior valor para massa seca total e massa de 100 sementes (Quadro 1).

Os resultados deste experimento são compatíveis com os obtidos por Cardoso (2006), que relatou que os componentes de rendimento do feijão-caupi cultivado em consórcio são reduzidos, quando se aumenta a densidade de plantas de uma das culturas.

QUADRO 1. Massa seca total, massa de 100 sementes, produtividade e índice de colheita em feijão-caupi safrinha consorciado com pinhão-manso. Dourados-MS, 2009.

CULTIVARES	Massa seca total (g planta ⁻¹)	Massa 100 sementes (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Índice de colheita -
Patativa	19,47 b	24,57 b	1051,13 b	0,39 a
Inhumá	32,55 a	25,77 a	1385,75 a	0,33 b
BRS Marataoã	19,86 b	20,13 c	1470,00 a	0,41 a
SISTEMAS				
Solteiro	29,65 a	22,73 b	1708,25 a	0,38 a
Consórcio	18,27 b	24,25 a	896,33 b	0,36 b
F (Blocos)	1,76	0,1	1,63	3,35*
F cultivares (A)	27,41	95,67*	70,21*	32,93*
F sistemas (B)	48,04*	18,80*	707,18*	5,56*
F (AxB)	14,28*	0,11	146,52*	30,47*
CV (%)	16,78	3,66	5,74	5,32

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As cultivares Inhumá e BRS Marataoã apresentaram maiores valores de produtividade não diferindo entre si, sendo que para esta variável o sistema de cultivo solteiro foi superior (Quadro 1).

A produção de grãos do feijão-caupi foi superior no sistema de cultivo solteiro (1.708 kg ha⁻¹) em relação ao consórcio (896 kg ha⁻¹), comportamento semelhante ao relatado por Santos (2009), que verificou produtividade de 1.200 kg ha⁻¹, para a

variedade EPACE-10 e considerou esse valor como sendo alta produtividade para o feijão-caupi.

O sistema de cultivo consorciado apresentou valores inferiores para índice de colheita, as cultivares Patativa e BRS Marataoã tiveram valores superiores para esta variável, não diferindo entre si (Quadro 1).

Para massa seca total, a cultivar Inhuma apresentou maior valor para o sistema de cultivo solteiro, enquanto no sistema consorciado, as cultivares testadas não apresentou diferença entre si (Figura 2).

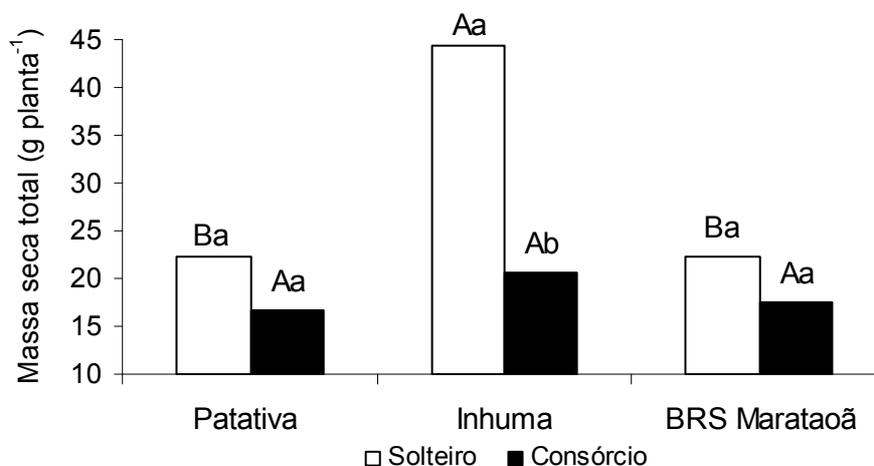


FIGURA 2. Massa seca total de feijão-caupi consorciado com pinhão-manso na safrinha 2009. Medias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares (no mesmo sistema de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A cultivar Inhuma apresentou a maior produtividade de grãos ($2086,25 \text{ kg ha}^{-1}$) no sistema de cultivo solteiro, enquanto no sistema de consórcio, as maiores produtividades de grãos foram apresentadas pelas cultivares Patativa ($985,75 \text{ kg ha}^{-1}$) e BRS Marataoã ($1018,00 \text{ kg ha}^{-1}$), que não diferiram entre si (Figura 3 A). Para todas as cultivares, a produtividade do sistema de cultivo solteiro foi superior ($1708,25 \text{ kg ha}^{-1}$) quando comparado ao consórcio ($896,33 \text{ kg ha}^{-1}$).

A cultivar Patativa apresentou maior índice de colheita no sistema de cultivo consorciado, enquanto as demais cultivares o sistema solteiro apresentou maiores valores, neste sistema ainda, pode ser observado que a cultivar BRS Marataoã teve maior IC (Figura 3 B).

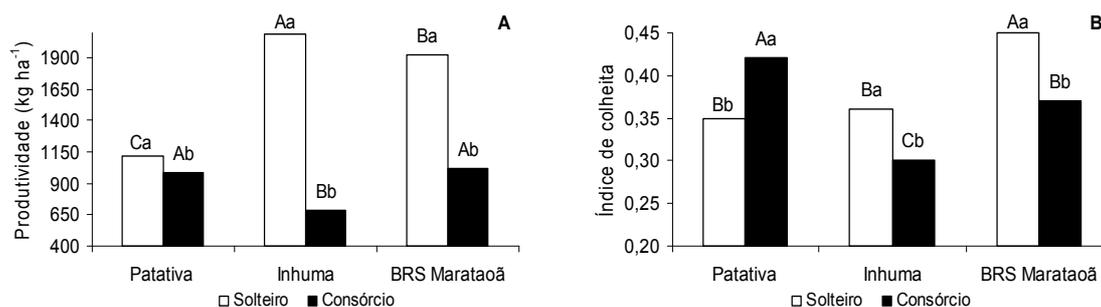


FIGURA 3. Produtividade de grãos (A) e índice de colheita (B) de três cultivares de feijão-caupi consorciado com pinhão-manso na safrinha de 2009. Médias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares (no mesmo sistema de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Avaliando sistemas de consórcio de mamona com o feijão-caupi, Melo et al. (2006) obtiveram produtividades de feijão-caupi, em torno de 1.000 kg ha⁻¹. Oliveira et al. (2002), em avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB, obtiveram produtividades de 1.200 kg ha⁻¹ de grãos secos e limpos, considerada alta para essa cultura.

A maior produtividade de grãos obtida com a variedade Inhuma deve-se possivelmente, ao melhor potencial desse cultivar em absorver os nutrientes do solo e maior eficiência do sistema fotossintético. Isso promove maior produção e translocação de fotoassimilados para a planta, proporcionando maior acúmulo de matéria seca, principalmente durante as fases de maior exigência do feijoeiro (floração, formação de vagens e enchimento de grãos), refletindo em maior rendimento de grãos, em relação às demais cultivares.

2- Feijão-caupi safrinha 2010

Na safrinha 2010, as cultivares de feijão-caupi alcançaram maior massa seca total no sistema de cultivo solteiro. Para a variável massa de 100 sementes não houve diferença entre os sistemas e para a produtividade e índice de colheita o sistema de cultivo consorciado teve os maiores valores (Quadro 2).

Na média dos sistemas, a cultivar Xiquexique apresentou maior massa seca total e maior índice de colheita; porém, a mesma cultivar apresentou a menor produtividade de grãos comparada às demais cultivares (Quadro 2). Para massa de 100 sementes, a cultivar Nova Era apresentou valores superiores às demais cultivares (Quadro 2).

QUADRO 2. Massa seca total, massa de 100 sementes, produtividade e índice de colheita em feijão-caupi safrinha consorciado com pinhão-manso. Dourados-MS, 2010.

CULTIVARES	Massa seca total (g planta ⁻¹)	Massa 100 sementes (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Índice de colheita -
Xiquexique	22,05 a	17,46 b	661,07 b	0,42 a
ITA	16,23 c	17,62 b	790,76 a	0,28 c
Nova Era	18,77 b	23,12 a	800,50 a	0,30 b
SISTEMAS				
Solteiro	24,13 a	19,25 a	643,85 b	0,30 b
Consórcio	13,90 b	19,55 a	856,71 a	0,36 a
F (Blocos)	1,15	4,31*	1,43	4,01*
F cultivares (A)	655,24*	176,74*	7,96*	436,90*
F sistemas (B)	6029,36*	1,2	45,06*	196,74*
F (AxB)	1165,44*	10,97*	39,30*	114,17*
CV (%)	1,70	3,54	10,40	3,02

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação entre cultivar e sistema de cultivo, pode ser observada que para a variável massa seca total que todas as cultivares apresentaram os maiores valores no sistema de cultivo solteiro (Figura 4 A).

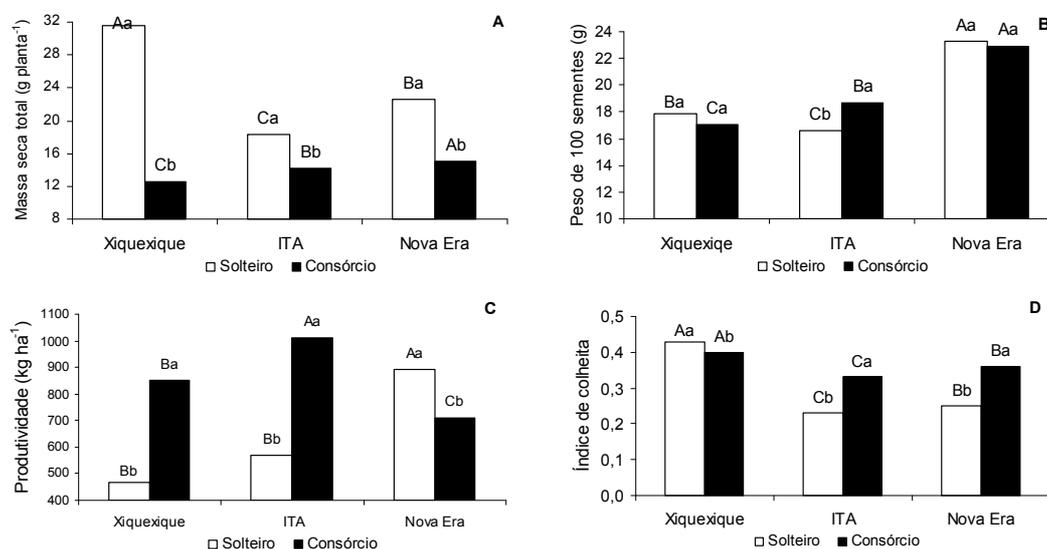


FIGURA 4. Massa seca total (A), massa de 100 sementes (B), produtividade (C) e índice de colheita (D) em feijão-caupi consorciado com pinhão-manso na safrinha 2010. Médias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares (no mesmo sistema de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ainda para a variável massa seca total, no sistema de cultivo solteiro a cultivar Xiquexique apresentou valores superiores em relação às demais (Figura 4 A).

Para a massa de 100 sementes, a cultivar Nova Era foi superior às demais nos dois sistemas de cultivo. Apenas a cultivar ITA apresentou diferença entre os sistemas, sendo o sistema consorciado superior ao solteiro (Figura 4 B).

No sistema solteiro, a cultivar Nova Era apresentou maior produtividade ($892,65 \text{ kg ha}^{-1}$), sendo que ITA e Xiquexique não diferiram entre si. No sistema consorciado o destaque foi ITA ($1011,16 \text{ kg ha}^{-1}$), seguido pela Xiquexique ($853,61 \text{ kg ha}^{-1}$) e por último Nova Era ($708,36 \text{ kg ha}^{-1}$) (Figura 4 C).

Para o atributo índice de colheita, a cultivar Xiquexique apresentou as maiores médias para os dois sistemas de cultivo. Entre os sistemas, o cultivo solteiro apresentou índice de colheita superior ao consorciado apenas para a cultivar Xiquexique (Figura 4 D).

O índice de colheita representa a eficiência da planta em converter os fotoassimilados em produção de grãos. Embora todos os cultivares testados apresentaram menor produção de MS no sistema consorciado (Figura 4 A), este sistema ofereceu melhores condições para que esta MS da parte aérea forneça-se fotoassimilados para a produção de grãos.

Isso evidencia, mais uma vez, a resposta diferencial de cultivares nos sistemas de cultivo. Estes resultados sugerem a necessidade de programas de melhoramento com o objetivo específico de cultivares voltado para os sistemas consorciados.

3- Milho-safrinha 2009

A cultura do milho-safrinha avaliada em 2009 apresentou menor massa seca total da parte aérea, massa de 100 grãos e produtividade menor no sistema de cultivo consorciado demonstrando efeito negativo do sistema consorciado nestes indicadores de produção. Esta resposta foi independentemente da cultivar estudada, uma vez que não houve interação entre os fatores. As cultivares BRS 1010 e BRS 2020 apresentaram maiores acúmulos de massa seca total, não diferindo entre si (Quadro 3).

Fica evidente o efeito da competição entre o pinhão-manso e o milho pelos fatores de produção (H_2O , luz e nutrientes), sendo a massa de 100 grãos e produtividade de grãos, maiores em plantas de milho em sistema de cultivo solteiro (Quadro 3).

As cultivares Sol da Manhã e BRS 1010 apresentaram maior massa de 100 grãos, não diferindo entre si. A cultivar BRS 2020, embora tenha apresentado menor massa de 100 sementes (28,58 g), teve maior produtividade de grãos (2070,14 kg ha⁻¹), comparativamente aos 1636,62 e 1424,49 kg ha⁻¹ produzidos pela BRS 1010 e Sol da Manhã, respectivamente (Quadro 3).

O índice de colheita das plantas de milho foi maior no sistema consorciado e na cultivar BRS 2020 (Quadro 3).

QUADRO 3. Massa seca total da parte aérea, massa de 100 grãos, produtividade e índice de colheita em milho-safrinha consorciado com pinhão-manso. Dourados-MS, 2009.

CULTIVARES	Massa seca total (g planta ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Índice de colheita -
Sol da Manhã	112,89 b	29,80 a	1424,49 b	0,34 b
BRS 1010	137,37 a	31,56 a	1636,62 b	0,32 b
BRS 2020	132,06 a	26,58 b	2070,14 a	0,39 a
SISTEMAS				
Solteiro	168,70 a	32,94 a	2212,78 a	0,32 b
Consórcio	86,20 b	25,69 b	1141,38 b	0,38 a
F (Blocos)	0,24	0,23	0,90	2,90
F cultivares (A)	22,81*	18,83*	30,02*	8,90*
F sistemas (B)	702,41*	116,60*	217,14*	17,85*
F (AxB)	1,78	4,99	78,45*	34,87*
CV (%)	5,98	5,61	10,62	9,18

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Um dos fatores que determinam a produtividade de uma cultura agrícola, principalmente em consórcio com outras espécies vegetais, é a capacidade competitiva do seu material genético. Este efeito da interação genótipo x ambiente ficou evidente, uma vez que a cultivar BRS 2020 apresentou maior produção de grãos e índice de colheita no sistema de cultivo solteiro (Figura 5). Por outro lado, para o sistema de cultivo consorciado a maior produtividade de grãos foi obtida com a cultivar BRS 1010 (Figura 5 A).

Observa-se ainda, que o efeito do sistema de cultivo sobre a produtividade de grãos de milho, apresentou efeitos mais pronunciados nas cultivares Sol da Manhã e BRS 2020, uma vez que não houve efeito do sistema sobre a cultivar BRS 1010 (Figura 5A).

Segundo Fancelli e Dourado-Neto (2000), a massa de 100 grãos é um importante componente para a produção de grãos, podendo ser afetado por qualquer tipo de estresse que ocorra com a planta após o florescimento. Baseado nessa afirmação é possível constatar que, durante a realização do experimento, a baixa precipitação (Figura 1) ocorrida de março a maio de 2009 contribuiu para menor massa de 100 grãos e menor produção de grãos observada no experimento, comparativamente com as médias de produtividade de milho safrinha obtidos na região de Dourados-MS.

Quando se compara os sistemas de produção, provavelmente o principal fator de produção limitado pelo consórcio foi a luz, em função do espaçamento muito próximo do pinhão-manso (3 x 2).

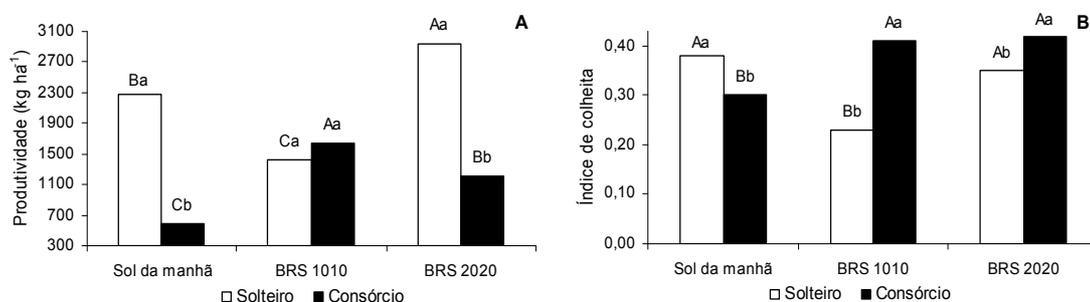


FIGURA 5. Produtividade de grãos (A) e índice de colheita (B), de três cultivares de milho em sistema solteiro e consorciado na safrinha 2009. Médias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares no mesmo sistema de cultivo, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4- Milho-safrinha 2010

Para a safrinha de milho de 2010, a cultivar BRS 1010 apresentou os melhores resultados para massa seca total, massa de 100 grãos e produtividade (Quadro 4). Analisando o índice de colheita, a cultivar BRS 106 apresentou maior valor comparado às demais cultivares.

No efeito da interação entre cultivares e sistema de cultivo (Quadro 4), para a variável massa seca total, o sistema solteiro foi superior para as três cultivares de milho (Figura 6 A). No sistema solteiro, a cultivar BRS 1010 teve média de massa seca total superior às demais, já no cultivo consorciado não houve diferença entre os cultivares (Figura 6 A).

QUADRO 4. Massa seca total, massa de 100 grãos, produtividade de grãos e índice de colheita do milho-safrinha consorciado com pinhão-mansão. Dourados-MS, 2010.

CULTIVARES	Massa seca total (g planta ⁻¹)	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Índice de colheita -
BRS 2223	116,49 b	20,38 c	1227,64 b	0,35 b
BRS 1010	158,19 a	28,11 a	1389,85 a	0,32 c
BRS 106	116,66 b	22,70 b	1194,64 b	0,41 a
SISTEMAS				
Solteiro	167,45 a	21,73 b	1863,06 a	0,40 a
Consórcio	93,43 b	25,73 a	678,36 b	0,33 b
F (Blocos)	0,81	0,55	0,89	0,65
F cultivares (A)	304,27*	194,09*	104,97*	99,20*
F sistemas (B)	2164,92*	148,59*	10119,27*	213,35*
F (AxB)	253,64*	28,31*	427,93*	33,43*
CV (%)	2,99	3,39	2,27	3,33

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Entre os sistemas de cultivo, apenas para o atributo massa de 100 grãos o sistema consorciado foi superior ao solteiro (Quadro 4).

Para massa de 100 grãos, o sistema consorciado influenciou positivamente, resultando em maiores médias para as três cultivares. A cultivar BRS 1010 obteve as maiores médias para esse atributo nos dois sistemas de cultivo (Figura 6 B).

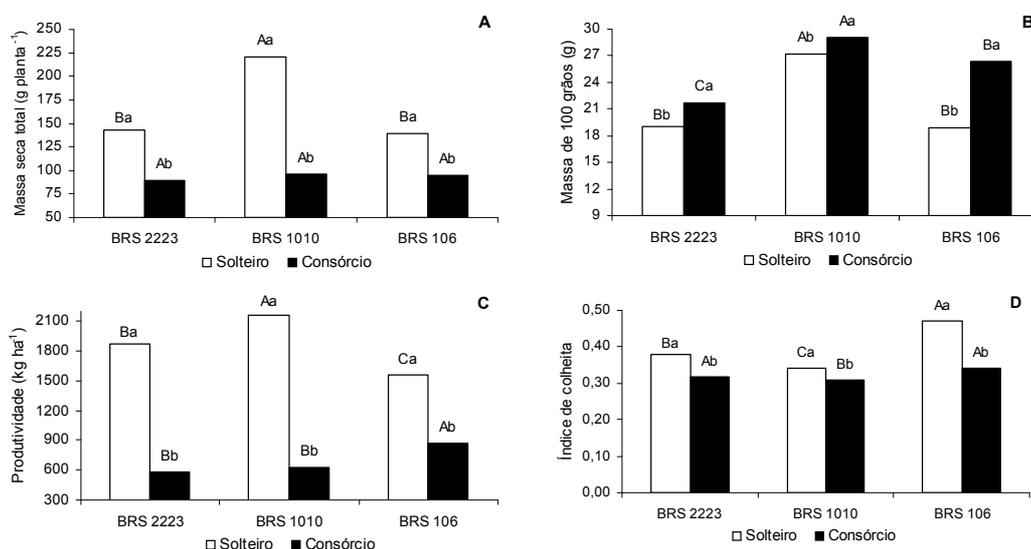


FIGURA 6. Massa seca total (A), massa de 100 grãos (B), produtividade (C) e índice de colheita (D), de três cultivares de milho em sistema solteiro e consorciado na safrinha 2010. Médias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares no mesmo sistema de cultivo, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A maior produtividade de grãos foi obtida pela cultivar BRS 1010 (2157,90 kg ha⁻¹), no sistema de cultivo solteiro, seguido da BRS 2223 (1878,29 kg ha⁻¹). A menor produção de grãos foi da BRS 106 com 1552,98 kg ha⁻¹. Por outro lado no sistema consorciado a maior produtividade de grãos foi obtida com a cultivar BRS 106. Observa-se ainda, que o consórcio reduziu em 63,6% a produtividade de grãos na média das cultivares testadas. (Figura 6 C)

O índice de colheita foi superior para todas as cultivares no sistema de cultivo solteiro, tendo a cultivar BRS 106, se destacado neste sistema. Apesar da cultivar BRS 1010 ter apresentado maior produtividade de grãos no sistema solteiro, esta apresentou o menor índice de colheita no sistema solteiro e consorciado (Figura 6 D).

5- Nabo-forrageiro safrinha 2009

A massa de 100 grãos de nabo-forrageiro na safrinha 2009 não foi influenciada pelo sistema de cultivo, ocorrendo apenas diferença entre as cultivares, onde a Cati AL 1000, apresentou média dos sistemas menor que as demais (Quadro 5).

A produtividade de grãos obtida neste experimento pode ser considerada satisfatória, estando situada próxima a faixa média citada por outros autores, entre 400 e 600 kg ha⁻¹ (CRUSCIOL, et al., 2005; SALTON, et al., 1995).

QUADRO 5. Massa de 100 grãos, produtividade de grãos, teor de óleo e produtividade de óleo de nabo-forrageiro na safrinha 2009 consorciado com pinhão-manso. Dourados-MS, 2009.

CULTIVARES	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Teor de óleo (%)	Produtividade de óleo (kg ha ⁻¹)
Seletina	1,31 a	375,34 c	34,82 a	129,09 b
AL 1000	1,19 b	528,72 a	28,85 c	153,04 a
IPR 116	1,36 a	468,67 b	32,64 b	155,07 a
SISTEMAS				
Solteiro	1,30 a	472,86 a	36,38 a	168,58 a
Consórcio	1,28 a	442,28 b	27,83 b	122,89 b
F (Blocos)	0,34	1,36	2,77	1,23
F cultivares (A)	10,72*	44,64*	55,18*	239,38*
F sistemas (B)	0,29	5,24*	332,02*	1795,29*
F (AxB)	8,99*	20,05*	79,07*	585,90*
CV (%)	5,90	7,15	3,58	1,81

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para as variáveis, produtividade de grãos, teor de óleo e produtividade de óleo (Quadro 5), na média dos sistemas, as cultivares se comportaram de forma diferenciada entre si, demonstrando a interação genótipo ambiente e a capacidade de adaptação ao consorciamento. Para as três variáveis, o sistema de cultivo solteiro foi mais eficiente em relação ao consórcio (Quadro 5).

Em relação aos tratamentos empregados, foram observados interação significativa para massa de 100 grãos, produtividade, teor de óleo e produtividade de óleo, fato este relacionado ao efeito sofrido pelo nabo-forrageiro consorciado com o pinhão-manso.

O comportamento de cada cultivar dentro de cada sistema está representado na Figura 7. Pode-se observar que para massa de 100 grãos não houve diferença entre as cultivares no sistema de cultivo solteiro. Já para o sistema de consórcio as cultivares Seletina e IPR 116 apresentaram as maiores médias (Figura 7 A).

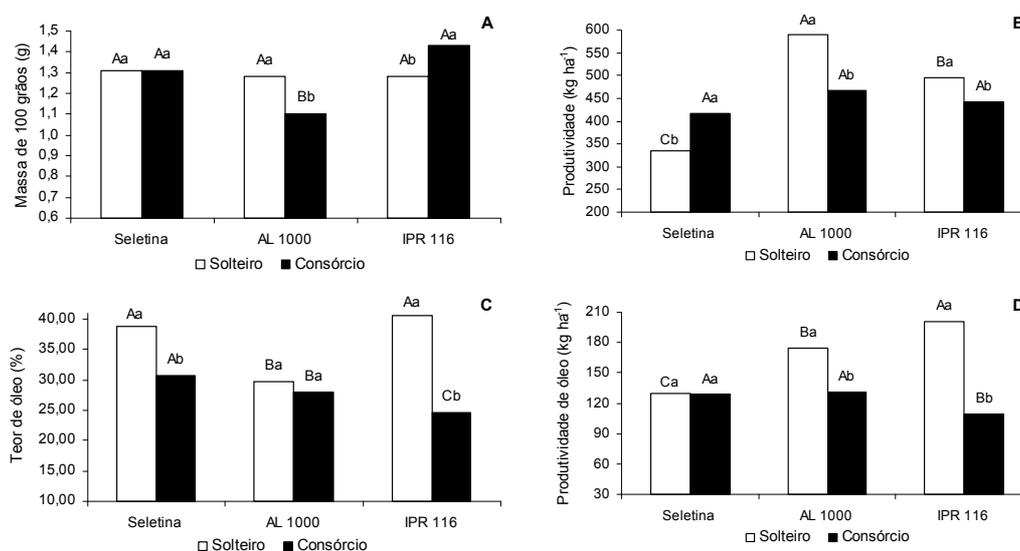


FIGURA 7. Peso de 100 grãos (A), produtividade (B), teor de óleo (C) e produtividade de óleo (D), de três cultivares de nabo-forrageiro em sistema solteiro e consorciado na safrinha 2009. Médias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares no mesmo sistema de cultivo, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando os dados de produtividade (Figura 7 B), teor de óleo (Figura 7 C) e produção de óleo (Figura 7 D), o sistema solteiro apresentou maiores médias para as cultivares de nabo-forrageiro trabalhadas.

Embora o AL 1000 tenha apresentado o menor teor de óleo (28,85%), a maior produtividade (529 kg ha⁻¹) fez com que este cultivar tivesse a maior produtividade de óleo por hectare (153 kg ha⁻¹) junto com o IPR 116 (155 kg ha⁻¹).

6- Milho safra 2009/2010

A cultura do milho na safra 2009/2010, apresentou na média das cultivares, maiores valores de massa seca total de plantas e produtividade de grãos no sistema de cultivo solteiro (Quadro 6). Demonstrando efeito negativo do consorciamento entre pinhão-manso e o milho, na produção de milho.

Para as cultivares de milho, na média dos sistemas, pode-se observar que a cultivar BRS 1010 apresentou médias superiores às demais para as variáveis massa seca total, peso de 100 grãos e produção de grãos, e a cultivar BRS 106 apresentou o maior índice de colheita (Quadro 6).

QUADRO 6. Massa seca total, massa de 100 grãos, produtividade de grãos e índice de colheita em milho consorciado com pinhão-manso. Dourados-MS, safra 2009/2010.

CULTIVARES	Massa seca total (g planta ⁻¹)	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Índice de colheita -
BRS 2223	112,89 c	26,81 b	1405,91 b	0,34 b
BRS 1010	137,37 a	30,29 a	2302,31 a	0,32 b
BRS 106	132,06 b	26,74 b	657,99 c	0,39 a
SISTEMAS				
Solteiro	168,68 a	26,80 b	2434,43 a	0,32 b
Consórcio	86,20 b	29,09 a	476,38 b	0,38 a
F (Blocos)	1,81	1,24	3,46*	0,75
F cultivares (A)	145,42*	13,15*	7531,79*	24,76*
F sistemas (B)	4477,46*	12,45*	31953,65*	49,65*
F (AxB)	11,38*	16,84*	7078,30*	96,98*
CV (%)	2,37	5,67	1,84	5,50

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na interação entre cultivares de milho e sistema de cultivo, todas as variáveis apresentaram significância. Realizando-se o desdobramento pode ser observado que para massa seca total e produtividade, o sistema de cultivo solteiro apresentou as maiores médias para as três cultivares (Figura 8).

Para massa seca total de plantas a cultivar BRS 2223 apresentou as menores médias nos dois sistemas (Figura 8 A). Já para a produtividade a cultivar BRS 1010 apresentou o melhor desempenho (Figura 8 C).

Observando o efeito do sistema de cultivo, para as variáveis massa de 100 grãos e índice de colheita, para a cultivar BRS 2223 o milho em cultivo solteiro apresentou as maiores médias, já para as demais cultivares, o milho em sistema de consórcio apresentou os melhores resultados (Figura 8 B e D).

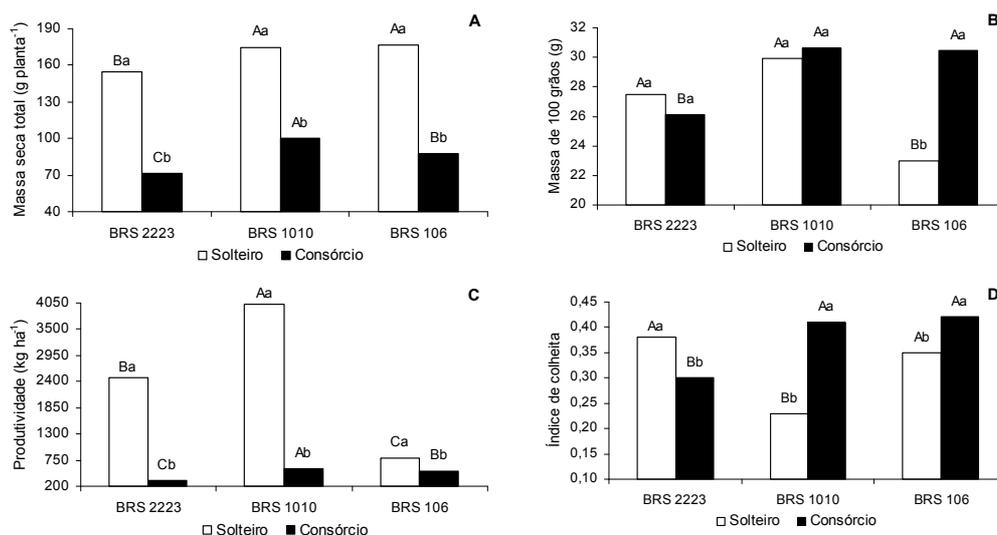


FIGURA 8. Massa seca total da parte aérea (A), massa de 100 grãos (B), produtividade de grãos (C) e índice de colheita (D), de três cultivares de milho em sistema solteiro e consorciado na safra 2009/2010. Médias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares no mesmo sistema de cultivo, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando vários experimentos realizados em diferentes regiões produtoras de milho no mundo, é possível observar que o rendimento em grãos do milho correlaciona-se positivamente com a radiação incidente média diária (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000). A redução de 50% da radiação incidente no período compreendido entre 15 dias antes e 15 dias após o florescimento provocou a diminuição de 40 a 50% do rendimento em grãos de milho (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000).

Isso ocorreu nas condições deste experimento, cuja redução da radiação solar incidente no milho pelo sombreamento provocado pelo pinhão-mansão, reduzindo a produção em 80% no sistema consorciado quando comparado ao solteiro, nas médias das cultivares.

7- Soja safra 2009/2010

Na safra 2009/2010, as cultivares de soja apresentaram respostas para sistema de cultivo, para cultivares e para a interação entre os fatores. Na média das cultivares, o sistema de cultivo solteiro foi superior ao consórcio para todas as variáveis analisadas (Quadro 7).

QUADRO 7. Massa seca total (MST), massa de 100 sementes (M100S), produtividade, índice de colheita (IC), teor de óleo e produtividade de óleo em soja consorciado com pinhão-manso. Dourados-MS, safra 2009/2010.

CULTIVARES	MST (g planta ⁻¹)	M100S (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	IC -	Teor de óleo (%)	Produtividade óleo (kg ha ⁻¹)
BRS 240	20,14 a	10,29 c	611,32 c	0,37 b	21,32 c	126,14 c
BRS 238	13,22 b	12,20 a	1249,29 a	0,43 a	24,36 b	323,47 a
BRS 285	12,10 c	11,30 b	763,65 b	0,44 a	29,51 a	229,49 b
SISTEMAS						
Solteiro	26,08 a	11,70 a	1638,87 a	0,47 a	25,51 a	424,49 a
Consórcio	4,22 b	10,82 b	110,64 b	0,35 b	24,62 b	28,24 b
F (Blocos)	0,13	1,77	0,94	1,94	0,96	0,35
F cultivares (A)	274,57*	16,09*	13224,32*	27,05*	241,68*	3112,44*
F sistemas (B)	5189,04*	10,27*	208665,09*	237,10*	8,37*	37621,74*
F (AxB)	321,69*	7,09*	15879,22*	3,82*	21,80*	3478,62*
CV (%)	4,90	5,98	5,45	4,51	3,00	2,21

* significativo a 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para massa de 100 sementes, produtividade, índice de colheita e produtividade de óleo, a cultivar BRS 238 apresentou os maiores resultados na média dos sistemas, para massa seca total o maior valor apresentado foi ela cultivar BRS 240. O maior teor de óleo foi medido na cultivar BRS 285 (Quadro 7).

A cultivar BRS 240 apresentou menores valores no sistema solteiro apenas para a variável teor de óleo, para as demais variáveis analisadas o sistema solteiro sempre apresentou os maiores valores para esta cultivar (Figura 9 E).

Para as cultivares BRS 238 e BRS 285, todas as variáveis analisadas apresentaram maiores valores no sistema de cultivo solteiro (Figura 9).

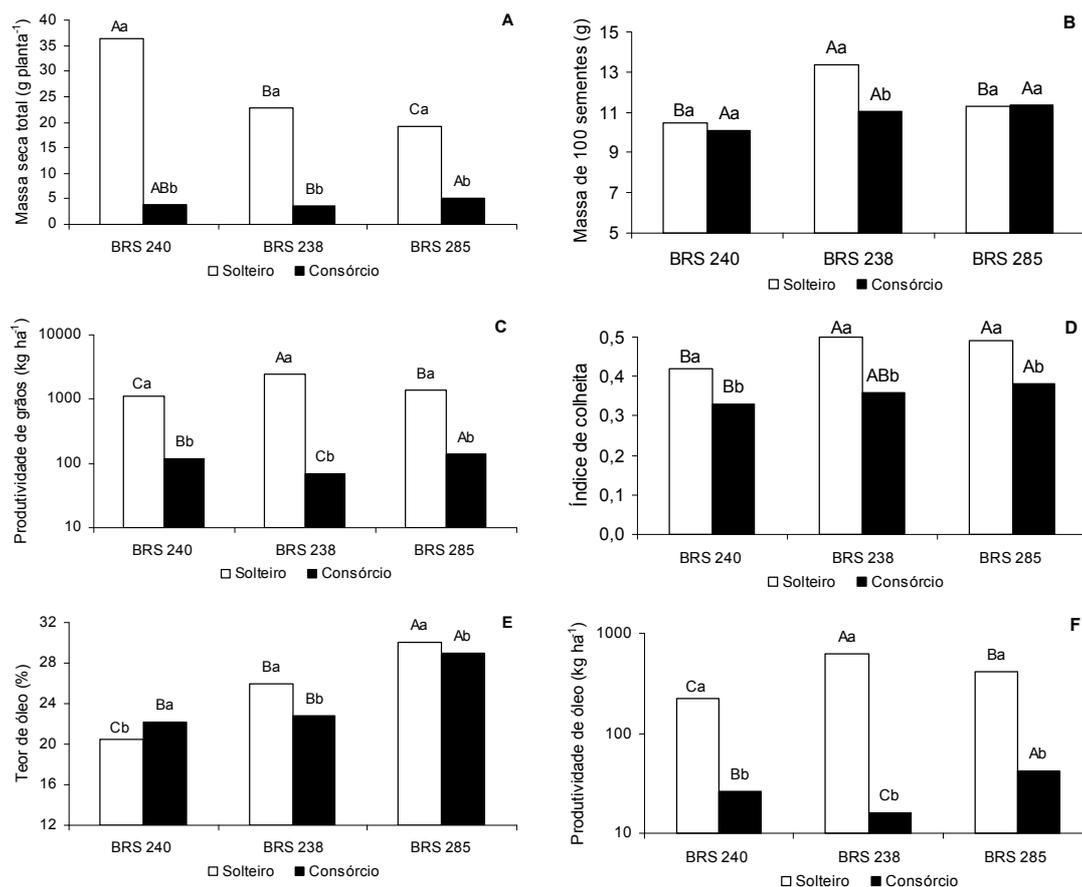


FIGURA 9. Massa seca total (A), massa de 100 sementes (B), produtividade (C), índice de colheita (D), teor de óleo (E) e produtividade de óleo (F), em soja consorciado com pinhão-manso na safra 2009/2010. Médias com mesma letra, minúscula para sistemas em cada cultivar e maiúscula entre cultivares (no mesmo sistema de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para massa de 100 sementes, produtividade, índice de colheita e produtividade de óleo, no sistema solteiro, foi superior para a cultivar BRS 238 em relação as demais cultivares (Figuras 9 B, C, D e F), demonstrando melhor desempenho desta cultura nas condições a que foram conduzidas.

A disponibilidade de informações sobre o consórcio soja com espécies perenes arbustivas é reduzida. COUTO et al. (1982) relatam trabalho realizado no município de Bom Despacho (MG), onde testaram o plantio de soja em vários espaçamentos, entre as linhas do eucalipto espaçado de 3m x 2m. Além de não prejudicar a sobrevivência do eucalipto, o consórcio favoreceu seu crescimento, até os dois anos de idade.

CONCLUSÕES

- 1) As cultivares de feijão-caupi testadas na safrinha 2008/09 e 2009/10, apresentaram produtividade satisfatória quando cultivadas em consórcio com pinhão-manso, dessa forma podem ser cultivadas neste sistema de cultivo.
- 2) A cultivar de milho BRS 1010 apresentou maior produtividade no sistema consorciado na safrinha 2009 e a BRS 106 na safrinha 2010.
- 3) As cultivares de nabo-forageiro apresentaram produtividade satisfatória no sistema de cultivo consorciado, sendo as mesmas indicadas para o cultivo nas entrelinhas do pinhão-manso.
- 4) Na safra 2009/10, o milho e soja apresentaram produtividade muito baixa; dessa forma, não se adaptaram para o consórcio, na safra, destas espécies em consórcio com pinhão-manso com três anos, quando utilizado o espaçamento de 3x2 para o pinhão-manso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36. 2001.

ANDRADE, M. J. B.; MORAIS, A. R.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, M. V. Avaliação de sistemas de consórcio de feijão com milho pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242-250, 2001.

BELTRÃO, N.E. M.; VALE, L. S.; ARAUJO FILHO, J. O. T.; COSTA S.G. Cultivo da mamona consorciada com o feijão-caupi para o semi-árido nordestino em especial do Piauí. **Boletim Técnico**, 97. Embrapa Algodão, 2002.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; DUARTE, R. L. R. Rendimento de grãos verdes em função da densidade de plantas de feijão-caupi e milho consorciado. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **Anais...** Teresina: Embrapa Meio Norte, 2006.

CERETTA, C. A. **Sistema de cultivo de mandioca em fileiras simples e duplas em monocultivo e consorciada com girassol**. 1986. 122f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

COUTO, L.; BARROS, N.F. REZENDE, G.C. Interplanting soybean with eucalypt as a 2-tier agroforestry venture in southeastern Brasil. **Australian Forest Research**, 12: 329-32, 1982.

CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCONE. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, 2005. 9 p.

FANCELLI, A.L.; D. DOURADO-NETO. Ecofisiologia e fenologia: **Produção de Milho**. Ed. Agropecuária, Guaíba. 360 p., 2000.

FERREIRA, D. SISVAR software:versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

FLESCH, R. D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 1, p. 51-56. 2002.

GIMENES, M. J.; FILHO, R. V.; PRADO, E. P.; DAL POGETTO, M. H. F. A.; CHRISTOVAM, R.S. Interferência de espécies forrageiras em consórcio com a cultura do milho. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 15, n. 2, p. 61-76, 2008.

LARA, A. B. W. H.; NAZARIO, G.; PREGNOLATO, W. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. v. 1, p. 302-30. 1985.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; NEVES, A. C. Avaliação agroeconômica do sistema de produção do consórcio de mamona e feijão-caupi. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. **Resumos...** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2006.

OLIVEIRA, A.P.; TAVARES SOBRINHO, J.; NASCIMENTO, J.T.; ALVES, A.U.; ALBUQUERQUE, I.C.; BRUNO, G. B. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 180-182, 2002.

PORTE, T. A.; SILVA, C. C. **Cultivo consorciado**. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Ed.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: POTAFÓS, 1996, p.619-638.

RAPOSO, J. A. A.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; MACHADO, A.A. Consórcio de milho e feijão em diferentes arranjos e populações de plantas em Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 5, p. 639-647. 1995.

SALTON, J.C.; PITOL, C.; SIEDE, P.K.; HERNANI, L.C.; ENDRES, V.C. **Nabo forrageiro: sistema de manejo**. Dourados : Embrapa-CPAO, 1995. 23p. (Embrapa-CPAO. Documentos, 7).

SANTOS, J. F. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão caupi na microrregião cariri paraibano. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 214-222. 2009.

SILVA, P. R. F.; TREZZI, M. M.; WOLLMANN, L. M. Cultivo de milho em consórcio de substituição de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n.3, p. 295-301, 1993.

TOLEDO-SOUZA, E. D.; SILVEIRA, P. M.; JUNIOR, M. L.; FILHO, A. C. C. Sistemas de cultivos, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivências de patógenos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 971-978, 2008.

ARTIGO 4

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO
SUBMETIDO A DOIS SISTEMAS DE MANEJO E DIFERENTES PLANTAS
FORRAGEIRAS E PRODUTORAS DE GRÃOS

RESUMO

O uso de plantas de cobertura simultaneamente ao cultivo de pinhão-manso pode ter metas como a prevenção da erosão do solo, inibição do crescimento de plantas espontâneas indesejáveis, fixação biológica de nitrogênio e o aporte de matéria orgânica, reduzindo a dependência por fontes não renováveis de nutrientes e conferindo um balanço energético mais positivo ao sistema de produção. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos químicos do solo cultivados com pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) solteiro e consorciado e diferentes espécies de plantas forrageiras e produtoras de grãos, cultivadas nas entrelinhas da cultura do pinhão-manso em Dourados, MS. O experimento foi realizado em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, que está localizada nas coordenadas geográficas com Latitude Sul 22°05'44" e Longitude W 55°18'48", no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho Distrófico, solos com teores médios de 200 g kg⁻¹ de argila. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema de parcela subdivididas com 11 x 2 x 2 (11 espécies e 2 sistemas e 2 avaliações), com quatro repetições. Os tratamentos constituintes foram as diferentes espécies cultivadas nas entrelinhas do pinhão-manso e em sistema solteiro (T1: não teve nenhuma espécie de cobertura cultivada no sistema solteiro, e não teve nenhuma espécie de cobertura cultivada nas entrelinhas do pinhão-manso; T2: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T3: braquiária-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T4: braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T5: braquiária-humidícola (*Brachiaria humidicola*); T6: capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai); T7: rotação 1 (Amendoim -Crambe- feijão- milho); T8: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T9: crotalária (*Crotalaria spectabilis*); T10: rotação 2 (milho safrinha – crambe - soja - amendoim) e T11: rotação 3 (feijão-caupi - nabo - milho - feijão-caupi)). Para o tratamento um (testemunha), no sistema consorciado o pinhão-manso não teve nenhuma espécie cultivada nas entrelinhas (pinhão-manso solteiro), no sistema solteiro a parcela foi mantida sem qualquer espécie. As plantas de cobertura do solo e sistemas de rotação testados contribuíram para a melhoria da fertilidade do solo. Os elementos P e K foram os mais afetados pelos sistemas de rotação com culturas anuais. Os elementos Ca e Mg foram os mais afetados pelo cultivo das forrageiras. A testemunha no sistema consorciado (pinhão-manso solteiro) apresentou maiores teores de matéria orgânica e fósforo em relação a testemunha do sistema de cultivo solteiro (pousio total).

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., consórcio, sistemas de cultivo, ciclagem de nutrientes.

**CHEMICAL ATTRIBUTES OF A DYSTROPHIC RED LATOSOIL
SUBMITTED TO TWO MANURE SYSTEMS AND DIFFERENT FORAGE
PLANTS AND GRAIN PRODUCER**

ABSTRACT

The use of cover plants simultaneously with *Jatropha curcas* L. crop can have goals as the prevention of soil erosion, undesirable weeds growth inhibition, nitrogen biological fixation and the organic matter supplying, reducing the dependence by non renewable sources of nutrients and giving a more positive energy balance to the production system. Thus, the aim of this paper was to assess the soil chemical attributes grown with *Jatropha curcas* L. single and intercropped with different kinds of forage plants and grain producer, grown between the rows of *Jatropha curcas* L. crop in Dourados-MS. The design was conducted in a in the experimental plot at Embrapa Agricultural West, in partnership with Paraíso Farm, located at coordinates 22° 05' 44'' S and 55° 18' 48'' W, in the District of Itahum, Dourados, in an area of Dystrophic Red Latosol, soils with an average of 200 g kg⁻¹ clay. The experimental design was of randomized blocks, in a plot design subdivided with 11 x 2 x 2 (11 species and 2 systems and 2 evaluations), with four replications. The component treatments were the different species grown between the rows of *Jatropha curcas* L. crop and in a single system. T1: there wasn't any kind of cover species grown in the single system, and there wasn't any kind of cover species grown between the rows of *Jatropha curcas* L.; T2: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T3: brachiaria-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T4: brachiaria-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T5: brachiaria-humidicola (*Brachiaria humidicola*); T6: grass-massai (*Panicum maximum cv. Massai*); T7: rotation system 1 (peanut-crambe- beans- corn); T8: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T9: crotalaria (*Crotalaria spectabilis*); T10: rotation system 2 (season corn-crambe-soybeans-peanut) and T11: rotation system 3 (caupi-beans – turnip- corn- caupi-beans). For the treatment one (there wasn't any kind of cover species grown in the single system, and there wasn't any kind of cover species grown between the rows of *Jatropha curcas* L.), in the intercropped system, the *Jatropha curcas* L. didn't have any species grown between the rows (single *Jatropha curcas* L.); in the single system, the plot was maintained without any kind of species. The soil plants cover and rotation systems were tested and contributed to the improvement of soil fertility. The P and K elements were the most affected by the rotation systems with yearly crop. Ca and Mg elements were the most affected by forage crop. The trial one (there wasn't any kind of cover species grown in the single system, and there wasn't any kind of cover species grown between the rows of *Jatropha curcas* L.) in the intercropped system (single *Jatropha curcas* L.) had higher levels of organic matter and phosphorus regarding to that trial of the single cropping system (total fallow).

Key words: *Jatropha curcas* L., intercropping, growing systems, nutrient cycling.

INTRODUÇÃO

Entre os principais fatores que propiciam alterações nos atributos químicos do solo incluem-se a manutenção dos resíduos culturais em superfície, o aumento da população e da atividade microbiana, o não revolvimento do solo e a redução das perdas de solo por erosão (AMADO, 2000).

A produção de palhada pelas plantas de cobertura resulta no acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, fator fundamental para que sejam obtidas vantagens como a melhoria dos atributos químicos do solo, diminuição das perdas de solo por lixiviação e erosão, reciclagem de nutrientes e fornecimento gradativo dos mesmos para as culturas comerciais durante a decomposição (AMADO, 2000).

Assim, a utilização de plantas de cobertura com elevada capacidade de produção de biomassa, em cultivo isolado ou consorciado, são recomendadas para a rotação de culturas (DAROLT, 1998).

O consórcio de duas ou mais espécies de famílias distintas, como gramíneas e leguminosas, também vem sendo testado (AITA et al., 2004), o que pode determinar a formação de uma cobertura de resíduos com características favoráveis não só à proteção do solo, principalmente pelo resíduo de gramíneas, mas também pelo maior aporte de nitrogênio propiciado pelas leguminosas (BORTOLINI et al., 2000). Nesse sentido, o maior desafio está em estabelecer consórcios que permitam atender à demanda em nitrogênio pelas culturas comerciais e de forma equilibrada.

Para o pleno funcionamento do sistema é de fundamental importância a quantidade de matéria seca, a relação C/N e o acúmulo de nutrientes nos resíduos deixados na superfície do solo pelas culturas (GIACOMINI et al., 2003), bem como a decomposição e liberação desses nutrientes (AITA e GIACOMINI, 2003) durante as várias rotações de culturas.

Com relação às diversas espécies vegetais utilizadas como culturas de cobertura no inverno, têm se observado bons resultados, quanto às características desejáveis, pela rusticidade, o nabo forrageiro (CRUSCIOL et al., 2005), enquanto o guandu e a crotalária (ALVARENGA et al., 1995; SILVEIRA et al., 2005) sistema radicular e pela produção de biomassa. As culturas do nabo forrageiro (CRUSCIOL et al., 2005) e milheto (OLIVEIRA et al., 2002; SILVEIRA et al., 2005) são consideradas culturas recicladoras de nutrientes devido às profundidades que seus sistemas radiculares podem

atingir, contribuindo consideravelmente com a fitomassa depositada na superfície do solo.

A utilização de plantas de cobertura aumenta a oferta de nutrientes, principalmente nas camadas superficiais do solo (ROSOLEM et al., 2003; CALONEGO et al., 2005). Contudo, o tipo ideal de cobertura do solo é aquele que possui taxa de decomposição de seus resíduos vegetais compatível com a manutenção da proteção do solo aos agentes erosivos por maior período possível, aliado ao fornecimento de nutrientes em razão da demanda pela cultura subsequente (AITA et al., 2004).

Dessa forma, deve-se conhecer a espécie vegetal a ser utilizada no sistema de consorciação de culturas, quanto à sua produção de matéria seca e tempo de decomposição, que interferem diretamente na quantidade de palha sobre o solo e consequentemente, nos seus atributos químicos, que afetam diretamente a dinâmica de nutrientes no solo (ANDREOTTI et al., 2008).

Nesse sentido, o uso de plantas de cobertura simultaneamente ao cultivo de pinhão-manso visa à prevenção da erosão do solo, inibição do crescimento de plantas espontâneas indesejáveis, fixação biológica de nitrogênio e aporte de matéria orgânica, reduzindo a dependência por fontes não renováveis de nutrientes e conferindo um balanço energético mais positivo ao sistema de produção.

A interferência das espécies consorciadas no estado nutricional da cultura e no rendimento de grãos em sistemas de consórcio depende das condições de solo, de clima, das espécies utilizadas e do manejo empregado. Nos sistemas de consórcio, as pesquisas ainda são incipientes e existem poucos resultados de pesquisa sobre a influência das plantas cultivadas em consórcio para produção da cultura principal e das possíveis alterações que possam propiciar ao solo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos químicos do solo cultivado com pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) solteiro e consorciado com diferentes espécies de plantas forrageiras e produtoras de grãos, cultivadas nas entrelinhas do pinhão-manso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, que está localizada nas coordenadas geográficas com Latitude Sul 22°05'44" e Longitude W 55°18'48", no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho Distrófico, solos com teores médios de 200 g kg⁻¹ de argila. As precipitações pluviométricas mensais durante a realização do trabalho são apresentadas na Figura 1.

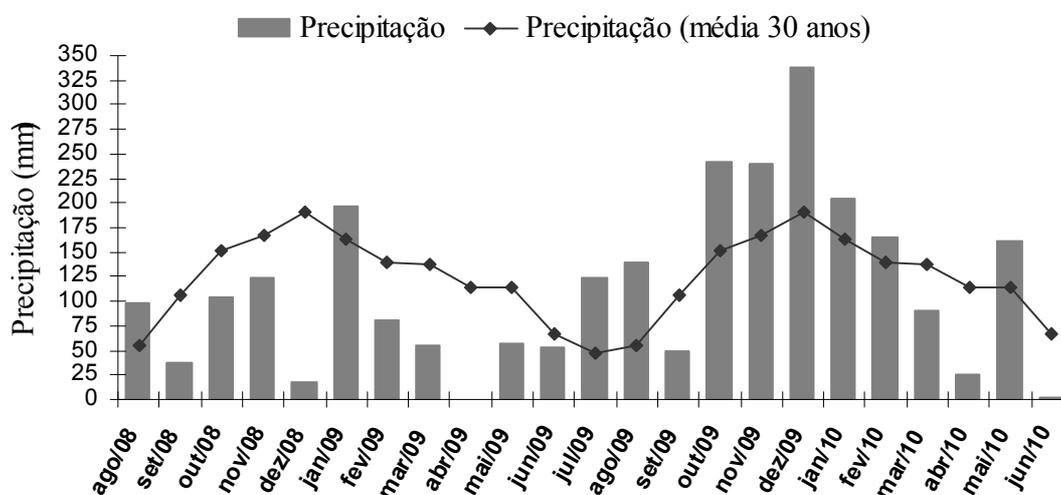


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica mensal nas safras 2008/2009 e 2009/2010 e médias histórica da precipitação. Fonte: Estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste – Dourados, MS.

O pinhão-mansão foi semeado em novembro de 2006, por meio de semeadura direta no campo, realizada no espaçamento de 3 x 2 m, deixando-se uma planta/cova. Nas safras 2006/07 e 2007/08 foram realizadas a condução e tratamentos culturais, normalmente empregados para a cultura. As parcelas experimentais foram instaladas na cultura do pinhão-mansão com três anos, sendo constituídas de quatro fileiras com seis plantas por fileira.

Os tratamentos foram as diferentes espécies cultivadas em dois sistemas de cultivo: consórcio nas entrelinhas do pinhão-mansão e em sistema solteiro. Os tratamentos foram: (T1: Testemunha; T2: estilosantes-campo-grande (*Stylosanthes spp.*); T3: braquiária-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*); T4: braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande; T5: braquiária-humidícola (*Brachiaria humidicola*); T6: capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai); T7: rotação 1 (Amendoim -Crambe-

feijão- milho); T8: guandu-anão (*Cajanus cajan*); T9: crotalária (*Crotalaria spectabilis*); T10: rotação 2 (milho safrinha – crambe - soja - amendoim) e T11: rotação 3 (feijão-caupi - nabo - milho - feijão-caupi).

Para o T1 (testemunha), no sistema consorciado, o pinhão-manso não teve nenhuma espécie cultivada nas entrelinhas (pinhão-manso solteiro), no sistema solteiro a parcela foi mantida sem qualquer espécie.

As espécies (estilosantes-campo-grande, braquiária-ruziziensis, braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande, braquiária-humidícola, capim-massai, guandu-anão e crotalária) foram implantadas em março de 2009 e as anuais em cultivo de safrinha ou verão, de acordo com a seqüência do sistema de rotação (1; 2 e 3).

O pinhão-manso recebeu adubação a lanço, na linha, na terceira e quarta safra, de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20, parcelada em duas aplicações (50% em outubro de 2008 e 2009 e 50% em março de 2009 e 2010). Os tratamentos rotação 1, 2 e 3 receberam adubação e tratos culturais, conforme recomendação para cada cultura.

O manejo das espécies forrageiras e de cobertura foi realizado, por meio de roçadas, com roçadora costal, de acordo com a altura de manejo indicada para cada espécie. O resíduo vegetal resultante da roçada foi distribuído uniformemente sobre a parcela, permanecendo no local para efeito de cobertura do solo.

Para análise do solo, amostras compostas foram coletadas em todas as parcelas experimentais, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, antes da semeadura das espécies consorciadas (janeiro de 2009) e após um ano de manejo (março de 2010). Após a coleta, as amostras de solo foram secas ao ar e encaminhadas ao laboratório para as seguintes determinações: matéria orgânica e pH SMP. O cálcio (Ca⁺⁺) e o magnésio (Mg⁺⁺) foram extraídos por cloreto de potássio (KCl) 1 mol L⁻¹, sendo determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA). Os teores de fósforo (P) disponível e potássio trocável (K) foram extraídos por Mehlich-1, sendo o primeiro determinado por colorimetria e o segundo por fotometria de chama. Ainda foi calculada a saturação por base (V%). As análises foram realizadas seguindo metodologia descrita por Silva (1999).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema de parcela subdivididas com 11 x 2 x 2 (11 espécies e 2 sistemas e 2 avaliações), com quatro repetições. Os dados foram analisados independentemente para cada profundidade de coleta. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo

teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH em CaCl₂ na profundidade de 0-20 cm, não foram alterados pelas espécies nas avaliações e nem em função dos sistemas de cultivo estudados (Quadro 1).

Os resultados encontrados neste trabalho, corroboram os de Wohlenberg et al. (2004), que estudando sete sistemas de manejo durante seis anos agrícolas, não encontraram diferenças para aspectos relacionados à pH do solo entre os cultivos.

Constatou-se que no sistema de cultivo consorciado, apenas a rotação 1 reduziu o valor de pH de 5,30 para pH de 4,88. Já no sistema solteiro, a braquiária-ruziziensis, rotação 1, guandu anão e crotalária, elevaram os valores de pH da primeira para a segunda avaliação e a rotação 3 reduziu o valor de pH do solo (Quadro 1).

QUADRO 1. Valores de pH do solo na profundidade 0-20 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	pH (CaCl ₂)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	5,40 Aa	5,20 Aa	5,30 a	5,30 Aa	5,20 Aa	5,25 a
Estilosantes-campo-grande	5,05 Aa	5,05 Aa	5,05 b	5,60 Aa	5,60 Aa	5,60 a
Braquiária-ruziziensis	5,00 Aa	4,93 Aa	4,96 b	5,00 Ab	5,50 Aa	5,25 a
Ruziziensis + campo-grande	5,06 Aa	5,15 Aa	5,11 b	5,60 Aa	5,70 Aa	5,65 a
Humidícola	5,10 Aa	4,95 Aa	5,03 b	5,20 Aa	5,40 Aa	5,30 a
Massai	5,18 Aa	5,40 Aa	5,29 b	5,60 Aa	5,50 Aa	5,55 a
Guandu anão	5,20 Aa	5,10 Aa	5,15 b	5,10 Ab	5,70 Aa	5,40 a
Crotalária	5,35 Aa	5,30 Aa	5,33 a	5,00 Ab	5,50 Aa	5,25 a
Rotação 1	5,30 Aa	4,88 Ab	5,09 a	5,00 Ab	5,50 Aa	5,25 a
Rotação 2	5,23 Aa	5,05 Aa	5,14 a	5,30 Aa	5,40 Aa	5,35 a
Rotação 3	5,35 Aa	5,05 Aa	5,20 a	5,40 Aa	4,90 Ab	5,15 a
Média	5,20 a	5,09 b		5,28 a	5,45 a	
F bloco	5,04	F sistemas (C)		24,58*		
F avaliações (A)	0,18	F (A x C)		9,75*		
CV (%)	8,50	F (B x C)		2,21*		
F espécies (B)	4,93*	F (A x B x C)		1,85		
F (A x B)	4,54*	CV (%)		5,47		
CV (%)	3,33					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

A rotação 1 no cultivo consorciado e rotação 3 no cultivo solteiro reduziram o pH de 5,30 para 4,88 e 5,40 para 4,90, respectivamente, entre a avaliação 1 e 2 (Quadro 1). Em ambas as rotações, duas espécies leguminosas compunham o sistema de rotação de cultura, esta condição reflete a afirmativa de Burle (1997), de que algumas leguminosas podem aumentar a acidificação do solo por meio dos ciclos do carbono e do nitrogênio.

Outro fator pode ter sido a adição de fontes solúveis de N para adubação das culturas anuais, pois quando a cultura não exporta toda a adubação fornecida a ela, vai resultar que a adição desse fertilizante no solo, quando em excesso, pode contribuir para aumentar a acidez do solo (FRANCHINI, 1999).

Na média das avaliações, na camada de 20-40 cm, a braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande no sistema de cultivo solteiro teve valor de pH de 5,15, significativamente superior ao valor de pH de 4,56 no sistema consorciado, para as demais espécies, não houve diferença entre os sistemas (Quadro 2).

QUADRO 2. Valores de pH do solo na profundidade 20-40 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	pH (CaCl ₂)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	4,65 Aa	4,73 Aa	4,69 a	4,80 Aa	4,60 Aa	4,70 a
Estilosantes-campo-grande	4,45 Aa	4,53 Aa	4,49 a	4,70 Aa	4,70 Aa	4,70 a
Braquiária-ruziziensis	4,58 Aa	4,40 Aa	4,49 a	4,40 Aa	4,60 Aa	4,50 a
Ruziziensis + campo-grande	4,58 Aa	4,55 Aa	4,56 b	4,90 Ab	5,40 Aa	5,15 a
Humidícola	4,68 Aa	4,50 Aa	4,59 a	4,50 Aa	4,70 Aa	4,60 a
Massai	4,50 Aa	4,65 Aa	4,58 a	4,60 Aa	4,80 Aa	4,70 a
Guandu anão	4,58 Aa	4,43 Aa	4,50 a	4,50 Aa	4,70 Aa	4,60 a
Crotalaria	4,68 Aa	4,65 Aa	4,66 a	4,40 Aa	4,60 Aa	4,50 a
Rotação 1	4,63 Aa	4,53 Aa	4,58 a	4,40 Aa	4,60 Aa	4,50 a
Rotação 2	4,70 Aa	4,53 Aa	4,61 a	4,60 Aa	4,80 Aa	4,70 a
Rotação 3	4,73 Aa	4,53 Aa	4,63 a	4,60 Aa	4,40 Aa	4,50 a
Média	4,61 a	4,55 a		4,58 a	4,72 a	
F bloco	2,11	F sistemas (C)		4,14*		
F avaliações (A)	0,23	F (A x C)		8,27*		
CV (%)	10,49	F (B x C)		3,05*		
F espécies (B)	6,56*	F (A x B x C)		1,09		
F (A x B)	2,21*	CV (%)		5,06		
CV (%)	3,32					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Entre as avaliações para cada sistema, para todas as espécies, os dois sistemas de cultivo não apresentaram diferença significativa (Quadro 2).

Segundo Bayer e Mielniczuk (2008), a manutenção ou a recuperação dos teores de matéria orgânica (MO) e da qualidade do solo pode ser alcançada pela utilização de sistemas agrícolas intensos, ou pela utilização de métodos de preparo do solo sem ou com o mínimo revolvimento do solo e por sistemas de cultura com alta adição de fitomassa ao sistema.

Observando os dados mostrados no Quadro 3, referentes ao teor de MO na profundidade de 0-20 cm, verifica-se que na média das avaliações o sistema consorciado não apresentou diferença entre as espécies.

QUADRO 3. Valores de matéria orgânica (MO) do solo na profundidade 0-20 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	MO (g kg ⁻¹)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	13,53 ABa	14,98 Aa	14,25 a	10,50 Ba	10,40 Aa	10,45 b
Estilosantes-campo-grande	13,45 ABa	13,00 Aa	13,23 a	14,50 ABa	10,80 Ab	12,65 a
Braquiária-ruzizensis	13,48 ABa	14,63 Aa	14,05 a	16,20 Aa	11,80 Ab	14,00 a
Ruzizensis + campo-grande	12,05 ABa	15,23 Aa	13,68 a	17,20 Aa	13,10 Ab	15,15 a
Humidícola	13,80 ABa	14,53 Aa	14,16 a	13,80 ABa	9,20 Aa	11,50 b
Massai	11,95 ABa	14,23 Aa	13,09 a	13,50 ABa	12,50 Aa	13,00 a
Guandu anão	13,73 ABa	14,10 Aa	13,91 a	14,20 ABa	12,90 Aa	13,55 a
Crotalaria	11,58 Ba	12,98 Aa	12,28 b	17,90 Aa	12,70 Ab	15,30 a
Rotação 1	11,70 Ba	13,75 Aa	12,73 a	14,50 ABa	13,20 Aa	13,85 a
Rotação 2	17,13 Aa	13,15 Ab	15,14 a	14,20 ABa	11,30 Aa	12,75 a
Rotação 3	12,13 ABa	13,45 Aa	12,79 a	12,80 ABa	11,20 Aa	12,00 a
Média	13,14 b	14,00 a		14,48 a	11,74 b	
F bloco	5,15	F sistemas (C)		1,58		
F avaliações (A)	12,04*	F (A x C)		24,45*		
CV (%)	13,48	F (B x C)		2,64*		
F espécies (B)	1,38	F (A x B x C)		1,02		
F (A x B)	1,31	CV (%)		18,15		
CV (%)	17,5					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Comparando a testemunha nos dois sistemas de cultivo, pode observar que a testemunha no sistema consorciado apresentou maior valor de matéria orgânica em

relação à testemunha no sistema solteiro (Quadro 3). Isso ocorreu devido à presença do pinhão-manso nessa área, o que faz com que ocorra a cobertura do solo com as folhas do pinhão-manso. Logo, a decomposição das folhas pode resultar mudanças nos atributos químicos do solo.

No cultivo consorciado apenas para a rotação 2 houve diferença entre as avaliações sendo que a 2ª avaliação apresentou menor valor. Para o cultivo solteiro, as espécies estilosantes-campo-grande, braquiária-ruziziensis, braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande e crotalária, apresentaram menores valores de MO na 2ª avaliação, para as demais espécies não houve diferença entre as avaliações neste sistema (Quadro 3).

Não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre as espécies, nos dois sistemas de cultivo para as avaliações e na média das avaliações para matéria orgânica do solo na profundidade 20-40 cm (Quadro 4).

QUADRO 4. Valores de matéria orgânica (MO) do solo na profundidade 20-40 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	MO (g kg ⁻¹)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	12,44 Aa	12,77 Aa	12,60 a	10,81 Aa	12,66 Aa	11,74 a
Estilosantes-campo-grande	11,17 Aa	12,92 Aa	12,05 a	13,51 Aa	12,97 Aa	13,24 a
Braquiária-ruziziensis	9,54 Aa	11,85 Aa	10,69 a	11,15 Aa	11,66 Aa	11,41 a
Ruziziensis + campo-grande	8,97 Ab	12,83 Aa	10,90 b	13,85 Aa	12,62 Aa	13,24 a
Humidícola	7,68 Ab	12,26 Aa	9,97 b	11,15 Aa	13,14 Aa	12,15 a
Massai	9,59 Aa	11,48 Aa	10,53 a	11,15 Aa	12,97 Aa	12,06 a
Guandu anão	10,86 Aa	12,92 Aa	11,89 a	11,15 Aa	13,38 Aa	12,27 a
Crotalária	10,54 Aa	12,17 Aa	11,36 a	13,17 Aa	10,66 Aa	11,92 a
Rotação 1	8,46 Aa	11,02 Aa	9,74 a	11,15 Aa	11,69 Aa	11,42 a
Rotação 2	9,72 Aa	11,59 Aa	10,66 b	13,17 Aa	14,45 Aa	13,81 a
Rotação 3	11,21 Aa	12,88 Aa	12,04 a	12,16 Aa	11,18 Aa	11,67 a
Média	10,02 b	12,25 a		12,04 a	12,49 a	
F bloco	3,48	F sistemas (C)		14,58*		
F avaliações (A)	9,11	F (A x C)		8,95*		
CV (%)	25,16	F (B x C)		1,49		
F espécies (B)	2,72*	F (A x B x C)		0,96		
F (A x B)	1,64	CV (%)		16,84		
CV (%)	13,04					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Talvez por ser um período relativamente curto para resultados consistente sobre o incremento da MO do solo, ainda não se verificou resultados dos consórcios que possam expressar seus potenciais em adicionar MO ao sistema. Porém, com período maior de avaliação, a biomassa produzida pelas espécies consorciadas pode alterar de alguma forma o teor de matéria orgânica e alguns atributos do solo. Esse fato foi relatado em trabalhos com longa duração, como os de Amado et al. (2001), Bayer et al. (2003), Lovato et al. (2004), onde estes autores mostram o potencial da biomassa deixada por espécies vegetais sobre o solo em elevar o teor de matéria orgânica no solo.

No sistema de cultivo consorciado, as espécies, braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande e braquiária-humidícola, apresentaram valores de MO superiores na 2ª avaliação (março/2010), as demais espécies neste sistema e todas as espécies no sistema de cultivo solteiro não diferiam entre as avaliações (Quadro 4).

A reciclagem de nutrientes é indispensável à sustentabilidade do sistema, logo, o sistema radicular mais profundo das forrageiras permite uma ciclagem mais eficiente de nutrientes, melhorando o aproveitamento deste recurso. A formação de sistema de raízes mais profundas por parte das forrageiras também auxilia na redução da lixiviação de nutrientes (PAYNE, 2000; SÁ et al., 2001).

Espécies produtoras de grande quantidade de palha e raiz, assim como as forrageiras, além de favorecerem a ciclagem de nutrientes e estabelecer o aumento da proteção do solo contra a ação dos agentes climáticos promovem a melhoria do solo nos seus atributos físicos e biológicos (PAYNE, 2000; SÁ et al., 2001).

Os teores de P (fósforo) no solo na profundidade 0-20 cm, não tiveram diferenças entre as espécies estudadas (Quadro 5). No sistema de cultivo consorciado, as espécies, estilosantes-campo-grande e braquiária-humidícola apresentaram redução de 14,93 para 6,85 mg dm⁻³ de P e 14,50 para 4,60 mg dm⁻³ de P respectivamente, da 1ª avaliação para a 2ª avaliação. No sistema de cultivo solteiro, houve resposta entre as avaliações apenas para o tratamento rotação 1, o qual aumentou de 2,90 para 5,60 mg dm⁻³ de P da 1ª avaliação para a 2ª avaliação respectivamente (Quadro 5).

Comparando os sistemas de cultivo, na média das avaliações, pode-se observar que apenas para rotação 1 e guandu-anão não diferiram entre sistemas, nas demais espécies o sistema consorciado foi superior (Quadro 5).

QUADRO 5. Valores de fósforo (P) do solo na profundidade 0-20 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	P (mg dm ⁻³)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	10,30 Aa	7,20 Aa	8,75 a	2,20 Aa	2,30 Aa	2,25 b
Estilosantes-campo-grande	14,93 Aa	6,85 Ab	10,89 a	3,50 Aa	1,80 Aa	2,65 b
Braquiária-ruziziensis	7,75 Aa	6,58 Aa	7,16 a	2,80 Aa	2,30 Aa	2,55 b
Ruziziensis + campo-grande	6,63 Aa	7,80 Aa	7,21 a	3,80 Aa	1,70 Aa	2,75 b
Humidícola	14,50 Aa	4,60 Ab	9,55 a	2,60 Aa	1,40 Aa	2,00 b
Massai	7,48 Aa	8,98 Aa	8,23 a	2,60 Aa	1,70 Aa	2,15 b
Guandu anão	7,55 Aa	5,95 Aa	6,75 a	4,50 Aa	1,70 Aa	3,10 a
Crotalária	9,55 Aa	10,20 Aa	9,88 a	3,00 Aa	1,70 Aa	2,35 b
Rotação 1	9,18 Aa	6,90 Aa	8,04 a	2,90 Ab	5,60 Aa	4,25 a
Rotação 2	9,48 Aa	9,53 Aa	9,50 a	2,60 Aa	3,40 Aa	3,00 b
Rotação 3	15,38 Aa	12,95 Aa	14,16 a	3,00 Aa	5,90 Aa	4,45 b
Média	10,25 a	7,96 a		3,05 b	3,14 b	
F bloco	5,96	F sistemas (C)	108,23*			
F avaliações (A)	3,39	F (A x C)	4,24*			
CV (%)	19,95	F (B x C)	1,53			
F espécies (B)	2,68*	F (A x B x C)	1,46			
F (A x B)	2,14*	CV (%)	22,86			
CV (%)	23,65					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Na rotação 3 foi cultivado nabo-forrageiro, espécie que segundo CRUSCIOL *et al.* (2005) apresenta alta exigência de P, logo, apresenta elevadas concentrações na parte aérea da cultura, além da elevada produção de matéria seca no inverno. Esses autores concluíram que o nabo-forrageiro apresenta rápida degradação dos restos culturais após o seu manejo e, conseqüentemente, grande parte dos nutrientes contidos na fitomassa da planta retornam ao solo rapidamente (BORKERT *et al.*, 2003). COLLIER *et al.* (2006), ao avaliarem o efeito da decomposição de plantas de cobertura em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico na região dos cerrados, verificaram acréscimos nos teores de P na camada superficial do solo, utilizando-se leguminosas como plantas de cobertura, inclusive a crotalária.

Na profundidade 20-40 cm, as espécies testadas não tiveram respostas nas duas avaliações e nos dois sistemas de cultivo (Quadro 6). No entanto, comparando os sistemas, a Braquiária-humidícola e guandu-anão foram as únicas espécies que não

apresentaram diferença estatística, para as demais espécies, o sistema de cultivo consorciado, apresentou médias superiores ao solteiro (Quadro 6).

QUADRO 6. Valores de fósforo (P) do solo na profundidade 20-40 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	P (mg dm ⁻³)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	5,85 Aa	3,28 Aa	4,56 a	2,30 Aa	1,90 Aa	2,10 b
Estilosantes-campo-grande	7,60 Aa	3,35 Ab	5,48 a	2,30 Aa	1,50 Aa	1,90 b
Braquiária-ruziziensis	4,20 Aa	3,93 Aa	4,06 a	1,80 Aa	1,30 Aa	1,55 b
Ruziziensis + campo-grande	2,95 Aa	4,90 Aa	3,93 a	2,40 Aa	1,30 Aa	1,85 b
Humidícola	4,10 Aa	2,73 Aa	3,41 a	2,00 Aa	1,30 Aa	1,65 a
Massai	4,90 Aa	5,60 Aa	5,25 a	1,90 Aa	1,30 Aa	1,60 b
Guandu anão	3,60 Aa	3,48 Aa	3,54 a	2,30 Aa	1,60 Aa	1,95 a
Crotalária	3,58 Aa	5,95 Aa	4,76 a	2,10 Aa	1,30 Aa	1,70 b
Rotação 1	5,95 Aa	4,13 Aa	5,04 a	1,80 Aa	2,60 Aa	2,20 b
Rotação 2	5,45 Aa	4,70 Aa	5,08 a	2,00 Aa	2,10 Aa	2,05 b
Rotação 3	6,15 Aa	5,80 Aa	5,98 a	2,00 Aa	2,80 Aa	2,40 b
Média	4,94 a	4,35 a		2,08 b	1,73 b	
F bloco	3,94	F sistemas (C)		74,29*		
F avaliações (A)	1,45	F (A x C)		0,14		
CV (%)	19,64	F (B x C)		0,48		
F espécies (B)	1,22	F (A x B x C)		1,06		
F (A x B)	1,09	CV (%)		18,38		
CV (%)	20,69					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

O fósforo, de acordo com Santos et al. (2006), desempenha um papel de grande importância no desenvolvimento do sistema radicular, bem como no perfilhamento das gramíneas, o que é fundamental para a maior produtividade e persistências das forrageiras.

Por meio dos resultados apresentados no Quadro 7, pode-se observar que os valores de K na profundidade de 0-20 cm, não diferiram entre as espécies nos sistemas de cultivo testados. No sistema de cultivo consorciado, houve diferença entre as avaliações apenas para a rotação 1 e crotalária, sendo que os valores de K no solo reduziram da 1ª avaliação para 2ª avaliação. No sistema de cultivo solteiro, para as

espécies guandu-anão e rotação 2, reduziu da 1ª avaliação para a 2ª avaliação (Quadro 7).

Comparando os dois sistemas de cultivo, na média das avaliações, as espécies com braquiária-humidícola ($0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e guandu-anão ($0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) apresentaram valores menores no sistema de cultivo consorciado, já para as espécies braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande ($0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), crotalária ($0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e rotação 3 ($0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), o sistema de cultivo solteiro apresentou as menores médias de K no solo (Quadro 7). Possivelmente tenha ocorrido maior ciclagem de K através da decomposição da fitomassa das espécies cultivadas no sistema consorciado.

QUADRO 7. Valores de potássio (K) do solo na profundidade 0-20 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	K ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	0,15 Aa	0,10 Aa	0,13 a	0,10 Aa	0,10 Aa	0,10 a
Estilosantes-campo-grande	0,15 Aa	0,10 Aa	0,13 a	0,10 Aa	0,10 Aa	0,10 a
Braquiária-ruziziensis	0,13 Aa	0,15 Aa	0,14 a	0,10 Aa	0,10 Aa	0,10 a
Ruziziensis + campo-grande	0,15 Aa	0,18 Aa	0,16 a	0,10 Aa	0,10 Aa	0,10 b
Humidícola	0,15 Aa	0,10 Aa	0,13 b	0,20 Aa	0,20 Aa	0,20 a
Massai	0,13 Aa	0,15 Aa	0,14 a	0,10 Aa	0,10 Aa	0,10 a
Guandu anão	0,15 Aa	0,10 Aa	0,13 b	0,30 Aa	0,10 Ab	0,20 a
Crotalária	0,20 Aa	0,10 Ab	0,15 a	0,10 Aa	0,10 Aa	0,10 b
Rotação 1	0,15 Aa	0,08 Ab	0,11 a	0,10 Aa	0,10 Aa	0,10 a
Rotação 2	0,15 Aa	0,10 Aa	0,13 a	0,20 Aa	0,10 Ab	0,15 a
Rotação 3	0,18 Aa	0,13 Aa	0,15 a	0,10 Aa	0,10 Aa	0,10 b
Média	0,15 a	0,12 a		0,14 a	0,10 a	
F bloco	0,99	F sistemas (C)		9,48*		
F avaliações (A)	9,14	F (A x C)		7,43		
CV (%)	20,24	F (B x C)		10,55*		
F espécies (B)	9,83*	F (A x B x C)		5,75*		
F (A x B)	9,00*	CV (%)		20,17		
CV (%)	20,35					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Falleiro et al. (2003) obtiveram menor teor de K disponível na camada superficial para o tratamento plantio direto. Os mesmos relacionaram este evento com a

permanência do potássio na palhada, visto que, na semeadura direta, não há revolvimento do solo e, no momento da amostragem, a palhada não é coletada. O mesmo pode ter ocorrido neste experimento, uma vez que grande quantidade de massa com relação C/N elevada no caso das gramíneas, foi adicionada na superfície do solo.

Para a profundidade de 20-40 cm, o sistema de cultivo consorciado apresentou maiores valores para as espécies braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande, rotação 1, crotalária e rotação 3 (Quadro 8). Comparando os sistemas, a testemunha e braquiária-humidícola, apresentaram menores valores no sistema consorciado (Quadro 8).

QUADRO 8. Valores de potássio (K) do solo na profundidade 20-40 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	K (cmol _c dm ⁻³)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	0,07 Aa	0,07 Aa	0,07 b	0,12 Aa	0,09 Aa	0,11 a
Estilosantes-campo-grande	0,06 Aa	0,07 Aa	0,06 a	0,06 Aa	0,09 Aa	0,08 a
Braquiária-ruziziensis	0,06 Aa	0,06 Aa	0,06 a	0,04 Aa	0,06 Aa	0,05 a
Ruziziensis + campo-grande	0,07 Aa	0,10 Aa	0,08 a	0,04 Ab	0,08 Aa	0,06 b
Humidícola	0,07 Aa	0,05 Aa	0,06 b	0,06 Ab	0,12 Aa	0,09 a
Massai	0,07 Aa	0,06 Aa	0,06 a	0,04 Aa	0,04 Aa	0,04 a
Guandu anão	0,07 Aa	0,08 Aa	0,07 a	0,15 Aa	0,04 Ab	0,10 a
Crotalária	0,08 Aa	0,06 Aa	0,07 a	0,05 Aa	0,03 Aa	0,04 b
Rotação 1	0,07 Ab	0,11 Aa	0,09 a	0,05 Aa	0,08 Aa	0,07 b
Rotação 2	0,08 Aa	0,07 Aa	0,07 a	0,06 Ab	0,12 Aa	0,09 a
Rotação 3	0,07 Aa	0,10 Aa	0,08 a	0,06 Aa	0,05 Aa	0,06 b
Média	0,07 a	0,07 a		0,07 a	0,07 a	
F bloco	1,33	F sistemas (C)		0,09		
F avaliações (A)	0,04	F (A x C)		0,57		
CV (%)	17,58	F (B x C)		6,46*		
F espécies (B)	13,87*	F (A x B x C)		7,91*		
F (A x B)	13,46*	CV (%)		18,53		
CV (%)	19,07					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

A rotação 1, no sistema de cultivo consorciado e as espécies braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande, braquiária-humidícola e rotação 2 no sistema

de cultivo solteiro apresentaram os valores de potássio trocável no solo mais elevados na segunda avaliação (Quadro 8).

Os resíduos vegetais das culturas são considerados, por vários autores, como uma fonte de K para o solo e para as culturas subseqüentes. Alcântara et al. (2000) observaram que, além do K ter sido o nutriente acumulado no solo em maior quantidade, a sua liberação é a mais rápida entre os nutrientes, em consequência do K ser um elemento encontrado na forma iônica, não fazendo parte da constituição de compostos orgânicos estáveis.

Comparando os sistemas de cultivo, na profundidade de 0-20 cm, apenas a espécie braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande apresentou diferença nos teores de Ca entre os dois sistemas de cultivo, sendo os maiores valores observados no sistema de cultivo solteiro. As demais espécies não diferiram entre os sistemas de cultivo, quanto ao teor de Ca no solo (Quadro 9).

QUADRO 9. Valores de cálcio (Ca) do solo na profundidade 0-20 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	Ca (cmol _c dm ⁻³)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	2,15 ABa	2,10 Aa	2,13 a	1,80 Aa	1,70 Aa	1,75 a
Estilosantes-campo-grande	2,83 Aa	1,78 Ab	2,30 a	1,70 Aa	2,00 Aa	1,85 a
Braquiária-ruziziensis	1,88 ABa	1,70 Aa	1,79 a	1,60 Aa	2,00 Aa	1,80 a
Ruziziensis + campo-grande	1,35 Ba	1,50 Aa	1,43 b	2,20 Aa	2,40 Aa	2,30 a
Humidícola	1,75 ABa	1,63 Aa	1,69 a	1,40 Aa	1,50 Aa	1,45 a
Massai	1,23 Bb	2,03 Aa	1,63 a	1,70 Aa	2,00 Aa	1,85 a
Guandu anão	1,85 ABa	1,88 Aa	1,86 a	1,60 Aa	1,90 Aa	1,75 a
Crotalária	1,63 ABa	2,13 Aa	1,88 a	1,50 Aa	2,20 Aa	1,85 a
Rotação 1	2,08 ABa	1,60 Aa	1,84 a	1,40 Aa	1,90 Aa	1,65 a
Rotação 2	1,53 ABa	1,80 Aa	1,66 a	1,60 Aa	1,80 Aa	1,70 a
Rotação 3	1,63 ABa	1,25 Aa	1,44 a	1,90 Aa	1,20 Aa	1,55 a
Média	1,81 a	1,76 a		1,67 a	1,87 a	
F bloco	3,91	F sistemas (C)		0,02		
F avaliações (A)	0,99	F (A x C)		2,51		
CV (%)	20,95	F (B x C)		1,94		
F espécies (B)	1,89	F (A x B x C)		1,13		
F (A x B)	2,06*	CV (%)		22,87		
CV (%)	26,67					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Na avaliação de forma independente de cada sistema, pode ser observado que não houve diferença entre as espécies (Quadro 9).

Bissani e Anghinoni (2004) comentam que na maioria dos solos o Ca, depois do ferro (Fe), é o nutriente mineral encontrado em maior concentração. Entretanto, salientam que em solos arenosos e com baixa CTC, o teor de Ca é muito reduzido, devido às perdas por lixiviação.

Na profundidade de 20-40 cm, as espécies braquiária-ruziziensis, braquiária-humidícola, rotação 1 e crotalária apresentaram menor teor de Ca no solo no sistema de cultivo solteiro. A espécie braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande menor teor de Ca no solo no sistema e cultivo consorciado (Quadro 10).

QUADRO 10. Valores de cálcio (Ca) do solo na profundidade 20-40 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	Ca (cmol _c dm ⁻³)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	0,83 Aa	0,93 Aa	0,88 a	1,10 Aa	0,80 Aa	0,95 a
Estilosantes-campo-grande	0,58 Aa	0,85 Aa	0,71 a	0,80 Aa	0,80 Aa	0,80 a
Braquiária-ruziziensis	0,80 Aa	0,75 Aa	0,78 a	0,50 Aa	0,60 Aa	0,55 b
Ruziziensis + campo-grande	0,68 Aa	0,85 Aa	0,76 b	1,00 Ab	1,50 Aa	1,25 a
Humidícola	0,98 Aa	0,83 Aa	0,90 a	0,60 Aa	0,70 Aa	0,65 b
Massai	0,73 Aa	0,88 Aa	0,80 a	0,50 Aa	0,80 Aa	0,65 a
Guandu anão	0,58 Aa	0,78 Aa	0,68 a	0,60 Aa	0,90 Aa	0,75 a
Crotalária	0,68 Ab	1,05 Aa	0,86 a	0,60 Aa	0,60 Aa	0,60 b
Rotação 1	0,88 Aa	0,88 Aa	0,88 a	0,50 Aa	0,70 Aa	0,60 b
Rotação 2	0,78 Aa	0,95 Aa	0,86 a	0,70 Aa	0,90 Aa	0,80 a
Rotação 3	0,90 Aa	0,93 Aa	0,91 a	0,80 Aa	0,60 Aa	0,70 a
Média	0,76 a	0,88 a		0,70 a	0,81 a	
F bloco	3,87	F sistemas (C)		3,26		
F avaliações (A)	4,33	F (A x C)		0,01		
CV (%)	21,56	F (B x C)		3,81*		
F espécies (B)	5,04*	F (A x B x C)		1,22		
F (A x B)	2,65*	CV (%)		20,26		
CV (%)	22,39					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Avaliando os sistemas na média das avaliações, a braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande apresentou maior teor de Ca no sistema de cultivo solteiro, já as espécies braquiária-ruziziensis, braquiária-humidícola, rotação 1 e crotalária,

apresentaram maior valor no sistema de cultivo consorciado. Para as demais espécies não ocorreu diferença entre as avaliações nos dois sistemas de cultivo (Quadro 10).

Barreto et al., (2008) relatam o deslocamento do Ca por meio de canais formados por raízes mortas mantidos intactos em razão da ausência de preparo de solo, sendo levado em consideração que a relação Ca:Mg contribui de forma relevante para o aumento da produtividade das forrageiras em virtude de melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Foi observado a elevação do teor de Mg no solo para as espécies braquiária-ruziziensis e crotalária na profundidade de 0-20 cm, da 1ª avaliação para a 2ª avaliação no sistema de cultivo solteiro (Quadro 11). No sistema de cultivo consorciado, estilosantes-campo-grande reduziu o teor de Mg no solo da primeira para a 2ª avaliação (Quadro 11).

QUADRO 11. Valores de magnésio (Mg) do solo na profundidade 0-20 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	Mg (cmol _c dm ⁻³)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	1,15 ABa	1,10 Aa	1,13 a	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 a
Estilosantes-campo-grande	1,53 Aa	1,03 Ab	1,28 a	1,10 Aa	1,40 Aa	1,25 a
Braquiária-ruziziensis	1,00 ABa	0,93 Aa	0,96 a	0,90 Ab	1,30 Aa	1,10 a
Ruziziensis + campo-grande	0,85 ABa	0,85 Aa	0,85 b	1,40 Aa	1,40 Aa	1,40 a
Humidícola	0,95 ABa	0,88 Aa	0,91 a	0,90 Aa	0,90 Aa	0,90 a
Massai	0,75 Ba	1,13 Aa	0,94 a	1,20 Aa	1,20 Aa	1,20 a
Guandu anão	1,03 ABa	1,00 Aa	1,01 a	1,10 Aa	1,30 Aa	1,20 a
Crotalária	0,90 ABa	1,15 Aa	1,03 a	1,00 Ab	1,40 Aa	1,20 a
Rotação 1	1,10 ABa	0,80 Aa	0,95 a	1,00 Aa	1,20 Aa	1,10 a
Rotação 2	0,90 ABa	0,93 Aa	0,91 a	1,00 Aa	1,10 Aa	1,05 a
Rotação 3	1,08 ABa	0,70 Aa	0,89 a	1,10 Aa	0,80 Aa	0,95 a
Média	1,02 a	0,95 b		1,06 a	1,18 a	
F bloco	2,75	F sistemas (C)		12,44*		
F avaliações (A)	0,42	F (A x C)		5,81*		
CV (%)	20,33	F (B x C)		1,91		
F espécies (B)	2,71*	F (A x B x C)		1,47		
F (A x B)	2,00*	CV (%)		20,32		
CV (%)	21,23					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Apenas braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande diferiu entre os sistemas de cultivo, apresentando maior valor no sistema de cultivo solteiro. No sistema consorciado, as espécies não diferiram entre si, na 2ª avaliação, após um ano de condução do experimento. No sistema solteiro, a braquiária-humidícola ($0,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) diferiu da braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande ($1,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), sendo o último superior. Os dois não diferiram das demais espécies avaliados, inclusive da testemunha, para o teor de Mg, na profundidade de 0-20 cm.

Na profundidade de 20-40 cm, a crotalária aumentou o teor de Mg no solo no sistema de cultivo consorciado e foi superior neste sistema em relação ao sistema solteiro. Os teores de Mg no solo cultivado com estilosantes e braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande foram superiores no sistema solteiro (Quadro 12).

QUADRO 12. Valores de magnésio (Mg) do solo na profundidade 20-40 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	Mg ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	0,60 Aa	0,58 Aa	0,59 a	0,70 ABa	0,60 Ba	0,65 a
Estilosantes-campo-grande	0,40 Aa	0,58 Aa	0,49 b	0,60 ABa	0,70 Ba	0,65 a
Braquiária-ruziziensis	0,55 Aa	0,48 Aa	0,51 a	0,30 Bb	0,50 Ba	0,40 a
Ruziziensis + campo-grande	0,50 Aa	0,55 Aa	0,53 b	0,80 Ab	1,20 Aa	1,00 a
Humidícola	0,58 Aa	0,53 Aa	0,55 a	0,40 ABb	0,60 Ba	0,50 a
Massai	0,53 Aa	0,60 Aa	0,56 a	0,40 ABb	0,70 Ba	0,55 a
Guandu anão	0,38 Aa	0,53 Aa	0,45 a	0,40 ABb	0,70 Ba	0,55 a
Crotalária	0,48 Ab	0,70 Aa	0,59 a	0,40 ABa	0,50 Ba	0,45 b
Rotação 1	0,58 Aa	0,58 Aa	0,58 a	0,40 ABb	0,60 Ba	0,50 a
Rotação 2	0,60 Aa	0,53 Aa	0,56 a	0,50 ABa	0,60 Ba	0,55 a
Rotação 3	0,58 Aa	0,55 Aa	0,56 a	0,50 ABa	0,40 Ba	0,45 a
Média	0,52 a	0,56 b		0,49 a	0,65 a	
F bloco	6,69	F sistemas (C)	1,49			
F avaliações (A)	15,19*	F (A x C)	7,31*			
CV (%)	21,62	F (B x C)	6,16*			
F espécies (B)	8,78*	F (A x B x C)	1,43			
F (A x B)	3,60*	CV (%)	20,61			
CV (%)	19,6					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

O teor de Mg no solo das espécies braquiária-ruziziensis, braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande, braquiária-humidícola, capim massai, rotação 1 e guandu anão, no sistema de cultivo solteiro; neste sistema houve ainda, diferença entre as espécies, sendo a braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande superior as demais (Quadro 12).

Os resultados obtidos para a saturação por bases (V%) encontram-se dispostos no Quadro 13 e 14. Com base nestes resultados, observa-se que houve decréscimo do valor de V% para rotação 3 no sistema de cultivo solteiro, já para a crotalária ocorreu acréscimo no valor de V% no mesmo sistema de cultivo, na profundidade de 0-20 cm. No sistema de cultivo consorciado, houve aumento do V% para as espécies massai, crotalária e rotação 2 (Quadro 13).

QUADRO 13. Valores de saturação por base (V%) do solo na profundidade 0-20 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	V (%)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	40,58 Aa	50,63 Aa	45,60 a	34,70 Aa	46,40 Aa	40,55 a
Estilosantes-campo-grande	51,70 Aa	44,95 Aa	48,33 a	57,60 Aa	59,50 Aa	58,55 a
Braquiária-ruziziensis	38,78 Aa	40,98 Aa	39,88 a	44,10 Aa	33,40 Aa	38,75 a
Ruziziensis + campo-grande	39,98 Aa	37,08 Aa	38,53 b	63,50 Aa	63,10 Aa	63,30 a
Humidícola	30,40 Aa	41,13 Aa	35,76 b	45,60 Aa	49,60 Aa	47,60 a
Massai	30,95 Ab	54,23 Aa	42,59 b	53,20 Aa	56,70 Aa	54,95 a
Guandu anão	36,95 Aa	47,95 Aa	42,45 a	46,40 Aa	55,20 Aa	50,80 a
Crotalária	29,23 Ab	54,00 Aa	41,61 a	41,70 Ab	56,80 Aa	49,25 a
Rotação 1	37,68 Aa	40,40 Aa	39,04 b	44,40 Aa	54,90 Aa	49,65 a
Rotação 2	26,83 Ab	45,53 Aa	36,18 b	49,80 Aa	54,70 Aa	52,25 a
Rotação 3	43,33 Aa	32,85 Aa	38,09 a	56,70 Aa	36,70 Ab	46,70 a
Média	36,94 b	44,52 b		48,88 a	51,55 a	
F bloco	0,82	F sistemas (C)		45,55*		
F avaliações (A)	8,35	F (A x C)		3,05		
CV (%)	20,84	F (B x C)		2,87*		
F espécies (B)	3,39*	F (A x B x C)		0,99		
F (A x B)	4,82*	CV (%)		20,50		
CV (%)	20,04					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Entre os sistemas, as espécies braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande, braquiária-humidícola, capim-massai, rotação 1 e 2 apresentaram menores

valores de V% no sistema de cultivo consorciado, as demais espécies não sofreram influência do sistema de cultivo (Quadro 13).

O acúmulo de resíduos vegetais pode aumentar a saturação por bases (FRANCHINI et al., 1999), devido a essa reserva considerável de nutrientes contida nos restos vegetais (GASSEM e GASSEM, 1996) pode retornar ao solo pela ação da chuva, caracterizando a reciclagem de nutrientes, pois as plantas retiram os nutrientes de camadas subsuperficiais e os liberam em camadas superiores (MALAVOLTA, 1980).

Os valores de V% obtidos neste estudo encontram-se abaixo do considerado ideal (70%), conforme relatado por RAIJ et al. (1997).

Na profundidade 20-40, no sistema de cultivo consorciado, a testemunha, rotação 1 e 2, guandu anão e crotalária, elevaram o V%, da 1ª para a 2ª avaliação. Mesmo efeito ocorreu para as espécies braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande e capim massai no sistema de cultivo solteiro (Quadro 14).

QUADRO 14. Valores de saturação por base (V%) do solo na profundidade 20-40 cm, em dois sistemas de cultivo e diferentes espécies para cobertura do solo e produtoras de grãos em duas avaliações (jan/09 e mar/10). Dourados, MS, 2010.

ESPÉCIES	V (%)					
	Consórcio		Média	Solteiro		Média
	jan/09	mar/10		jan/09	mar/10	
Testemunha	15,24 Ab	27,08 Aa	21,16 b	39,59 Aa	26,98 ABb	33,29 a
Estilosantes-campo-grande	15,65 Aa	24,61 Aa	20,13 b	27,60 ABa	29,37 ABa	28,49 a
Braquiária-ruziziensis	19,85 Aa	21,84 Aa	20,85 a	15,85 Ba	18,04 Ba	16,95 a
Ruziziensis + campo-grande	22,00 Aa	26,04 Aa	24,02 b	36,61 ABb	48,30 Aa	42,46 a
Humidícola	16,05 Aa	23,26 Aa	19,66 a	22,58 ABa	28,07 ABa	25,33 a
Massai	22,40 Aa	27,60 Aa	24,99 a	18,98 ABb	29,79 ABa	24,39 a
Guandu anão	8,04 Ab	22,85 Aa	15,44 b	22,15 ABa	26,84 ABa	24,50 a
Crotalária	10,83 Ab	30,90 Aa	20,87 a	17,41 Ba	20,16 Ba	18,79 a
Rotação 1	15,00 Ab	26,91 Aa	20,95 a	19,92 ABa	24,46 Ba	22,19 a
Rotação 2	15,91 Ab	26,81 Aa	21,36 b	24,85 ABa	31,96 ABa	28,41 a
Rotação 3	22,70 Aa	26,48 Aa	24,59 a	25,19 ABa	18,19 Ba	21,69 a
Média	16,70 b	25,85 a		24,61 a	27,47 a	
F bloco	1,16	F sistemas (C)		26,29*		
F avaliações (A)	25,85*	F (A x C)		11,47*		
CV (%)	17,12	F (B x C)		5,27*		
F espécies (B)	7,47*	F (A x B x C)		2,35*		
F (A x B)	2,04*	CV (%)		16,06		
CV (%)	15,08					

* significativo a 5%; C.V. - coeficiente de variação; Sistema de cultivo 1 (consórcio), Sistema de cultivo 2 (solteiro); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna, comparando tratamento (espécies) em cada avaliação em cada sistema e médias das avaliações em cada sistema e minúscula na linha, comparando avaliação em cada tratamento e a média das avaliações para cada tratamento nos diferentes sistemas não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Comparando os sistemas de cultivo, as espécies, testemunha, estilosantes-campo-grande, braquiária-ruziziensis + estilosantes-campo-grande, guandu anão e rotação 2, apresentaram maiores valores de V% no sistema de cultivo solteiro (Quadro 14).

O efeito somatório dos diferentes nutrientes (Ca, Mg e K) acentuou a resposta na V% do solo nos sistemas consorciados.

De forma geral observa-se pouco efeito dos tratamentos nos teores de nutrientes do solo no período avaliado. Possivelmente, com a condução do experimento a longo prazo, as interações da biomassa vegetal, atividade microbiana, decomposição da palha e mineralização da MO, poderão resultar em incrementos significativos na fertilidade do solo.

As diferenças entre sistemas de cultivo solteiro e consorciado demonstram a interação entre as espécies testadas e o pinhão-manso. Esta interação na maioria dos casos foi benéfica para a melhoria dos teores de nutrientes no solo.

CONCLUSÕES

- 1) As plantas de cobertura do solo e sistemas de rotação testados contribuíram para a melhoria da fertilidade do solo.
- 2) Os elementos P e K foram os mais afetados pelos sistemas de rotação com culturas anuais.
- 3) Os elementos Ca e Mg foram os mais afetados pelo cultivo das forrageiras.
- 4) A testemunha no sistema consorciado (pinhão-manso solteiro) apresentou maiores teores de matéria orgânica e fósforo em relação à testemunha do sistema de cultivo solteiro (pousio total).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.601-612, 2003.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P.; CHIAPINOTTO, I. C.; FRIES, M.R. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.4, p.739-749, 2004.

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; DE PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ALMEIDA, J. A.; BERTOL, I.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JÚNIOR. Propriedades químicas de um Cambissolo Húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, p.437-445, 2005.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. C.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.175-185, 1995.

AMADO, T.J.C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – harmonia do homem com a natureza, desafio do 3º milênio, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2000. p. 105-111.

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F.; BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 189-197, 2001.

ANDREOTTI, M. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.

BARRETO, P.M.; SANTOS, A.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, M.P.A.; BRITO, S.S.; TERRA, T.G.R.; LEAL, T.C.A. Relações Ca:Mg nas características agrônômicas do *Brachiaria brizantha* cv. MG-4. **Pubvet**, v.2, n.38, 2008.

BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBURQUEQUE, J. A. Incremento de carbono e nitrogênio num latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 469-475, 2003.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: SANTOS, G. A. et al. (Eds) Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Metrópole, 2008. p. 7 – 18

BISSANI, C. A.; ANGHINONI, I. **Enxofre, cálcio e magnésio**. In: BISSANI, C. A.; ANGHINONI, I. (Eds). Fertilidades dos solos e manejo da adubação de culturas. Porto Alegre: Ed. Genesis, 2004. p. 207–220.

BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.143-153, 2003.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.897-903, 2000.

BURLE, M. L.; MIELNICZUK, J.; FOCCHI, S. Effect of cropping on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. **Plant and Soil**, Copenhagen, Dinamarca, p. 309–316, 1997.

CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após a dessecação química. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.1, p.99-108, 2005.

COLLIER, L. S.; CASTRO, D. V.; DIAS NETO, J. J.; BRITO, D. R.; RIBEIRO, P. A. A. Manejo da adubação nitrogenada para milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1100-1105, 2006.

CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.161-168, 2005.

DAROLT, M.R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M.R. **Plantio direto**: pequena propriedade sustentável. Londrina, 1998. p. 16-45 (IAPAR. Circular, 101).

FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1419-1424, 2001.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 1097-1104, 2003.

FAVARIN, J. L.; D. DOURADO-NETO.; A. G. GARCÍA.; N. A. V. NOVA.; M. G. G. V. FAVARIN. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.06, p.769–773, 2002.

FERREIRA, D. SISVAR software:versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

FRANCHINI, J.C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.2267-2276, 1999.

GASSEN, D.N.; GASSEN, F.R. **Plantio Direto**. Passo Fundo, Ed. Aldeia Sul, 1996. 207 p.

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, v.27, n.2, p.325-334, 2003.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J. BAYER, C. VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 175–187, 2004.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p

OLIVEIRA, K. O.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002.

PAYNE, W. A. Optimizing crop use in sparse stands of pearl millet. **Agronomy Journal**, v.92, n. 5, p. 808-814, set./out. 2000.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; ZONTA, E. Cobertura do solo e estoque de nutrientes de duas leguminosas perenes, considerando espaçamentos e densidades de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.28, n.1, p. 207-213, 2004.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico. 1997. 287p.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.355-362, 2003.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.; VENSKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a brazilian oxisol. **Soil Science Society of America Journal**. 65:1486-1499, 2001.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 370p.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.377-381, 2005.

WOHLENBERG, E.V.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 891-900, 2004.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

- 1) O desenvolvimento vegetativo e a produtividade das plantas de pinhão-mansão demonstram que os consórcios nas entrelinhas não competiram, por água, luz e nutrientes, com o pinhão-mansão de forma que afetasse o desenvolvimento do mesmo, confirmando a possibilidade de consorciar com todas as espécies estudadas.
- 2) Avaliando-se a produção de massa seca das forrageiras ao longo do ano, nos dois sistemas de cultivo, fica evidente a menor sazonalidade na produção, especialmente entre jul/09 e mar/10, para o sistema consorciado.
- 3) A menor produção de grãos das espécies anuais cultivadas nas entrelinhas do pinhão-mansão no sistema consorciado, quando comparado ao solteiro, deve-se basicamente a competição pelos fatores de produção.
- 4) De forma geral observa-se pouco efeito dos tratamentos nos teores de nutrientes do solo no período avaliado. O efeito mais acentuado poderá ser observado com a condução do experimento a mais longo prazo.
- 5) As diferenças entre sistemas de cultivo solteiro e consorciado demonstram a interação entre as espécies testadas e o pinhão-mansão. Esta interação, na maioria dos casos, foi benéfica para a melhoria dos teores de nutrientes no solo.
- 6) O consórcio de plantas forrageiras, de cobertura do solo e produtoras de grãos, mostrou-se agronomicamente adaptada no pinhão-mansão cultivado no espaçamento 3x2, apenas nos três primeiros anos de cultivo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de estudo.

A Embrapa, Finep e Fundect pelo auxílio financeiro para condução do experimento.

Ao laboratório de Bromatologia da Unigran pelo apoio nas análises de óleo.

Ao laboratório de análises de solo e tecido da Embrapa Agropecuária Oeste.

Ao laboratório de agroenergia e de óleos da Embrapa Agropecuária Oeste.