

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CIÊNCIAS
EXATAS E TECNOLÓGICAS
MESTRADO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Manejo da adubação nitrogenada em cobertura no sistema de
consórcio de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) e mamona
(*Ricinus communis L.*)**

**Por
Lucas de Amorim Melo Garcia Pinheiro**

**ANÁPOLIS
2012**

MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO SISTEMA DE CONSÓRCIO DE FEIJÃO-COMUM (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) E MAMONA (*RICINUS COMMUNIS L.*)

LUCAS DE AMORIM MELO GARCIA PINHEIRO

Engenheiro Agrícola

Orientador: PROF. DSc. ITAMAR ROSA TEIXEIRA

Dissertação apresentada a Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Sistemas Agroindustriais para obtenção do título de MESTRE.

Anápolis
Goiás
2012

PINHEIRO, Lucas de Amorim Melo Garcia.

Manejo da adubação nitrogenada em cobertura no sistema de consórcio de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) e mamona (*Ricinus communis L.*) - 2012.

52 f. il.

Orientador: Prof. D Sc. Itamar Rosa Teixeira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás. Mestrado Stricto Sensu em Engenharia Agrícola, 2012.

Bibliografia.

1. Ciências Agrárias. 2. Engenharia Agrícola. 3. Tecnologia e Produção de Sementes. I. Título.

MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO SISTEMA DE CONSÓRCIO DE FEIJÃO-COMUM (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) E MAMONA (*RICINUS COMMUNIS L.*)

Por

Lucas de Amorim Melo Garcia Pinheiro

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovada em: ____ / ____ / ____

Prof. Dr. Sc. Itamar Rosa Teixeira
(Orientador)

Prof^ª. Dr. Sc. Sueli Martins de Freitas Alves
Membro

Prof. Dr. Sc. Rommel Bernardes da Costa
Membro

“Ninguém é tão grande que não possa aprender. Nem tão pequeno que não possa ensinar”

Autor desconhecido

Em especial à minha família, principalmente a meus pais Airam e Elma que sempre acreditaram na minha vitória e sempre se dedicaram à minha felicidade como fator primordial de suas vidas; pela companhia, força, compreensão e amor sem precedentes.

DEDICO.

À minha namorada Pollyanna, por sua paciência, auxílio, compreensão, dedicação e amor incondicional.

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial à Deus, autor da minha vida e motivo da minha força e empenho, que me deu condições de lutar e vencer.

Aos meus irmãos Laura e Pedro pelo convívio saudável e sempre enriquecedor.

Aos grandes colegas e amigos Antonio Galante, Daniel Cunha, Danilo Gomes, Fabiana, Heitor Gomes, Henrique, Higor Natham, João Maurício, João Paulo, Mateus, Poliana Gratão, Rafael, Ródney, Valdeir e Valter pela amizade, pelos momentos de ajuda e de descontração.

A Eliete, secretária do curso de Pós Graduação, pela companhia saudável e pela grande dedicação à nós, alunos do mestrado.

A Universidade Estadual de Goiás que me possibilitou a realização de meus experimentos e estudos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A Professora Dr^a Sueli Freitas pelo grande auxílio em minha parte estatística e pelos grandes conselhos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira, pela confiança, dedicação e paciência.

A todos aqueles que estiveram de alguma forma envolvidos em minha vida nesse tempo de dedicação e estudo e que incentivaram com palavras, atitudes e orações.

Muito obrigado!!

SUMÁRIO

SUMÁRIO	Erro! Indicador não definido.
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
RESUMO	10
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Informações gerais	15
2.2. Sistema consorciado de mamona e feijão	16
2.3. Importância da adubação de plantas	19
2.4. Adubação das culturas de feijão e mamona	19
2.4.1. Adubação da cultura do feijão	19
2.4.2. Adubação da cultura da mamona	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Informações Gerais	21
3.2. Delineamento Experimental e Tratamentos	22
3.3. Implantação e Condução do experimento	22
3.4. Características Avaliadas	23
3.5. Análise Estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Aspectos nutricionais	24
4.1.1. Macronutrientes	24
4.2.1. Mamona - macronutrientes	29
4.2.2. Mamona - micronutrientes	31
4.2. Características Agronômicas	33
4.2.1. Feijão	33
4.2.2. Mamona	36
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) dos teores foliares médios de macronutrientes em plantas de feijão consorciadas com mamona, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. UEG, Anápolis-GO - 2012.....	24
TABELA 2. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) dos teores foliares médios de micronutrientes em plantas de feijão consorciadas com mamona, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. UEG, Anápolis-GO - 2012.....	29
TABELA 3. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) dos teores foliares médios de nutrientes em plantas de mamona consorciadas com feijão, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. UEG, Anápolis-GO - 2012.....	30
TABELA 4. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) dos teores foliares médios de micronutrientes em plantas de mamona consorciadas com feijão, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura UEG, Anápolis-GO - 2012.....	32
TABELA 5. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) das características agronômicas de feijão consorciadas com mamona, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura UEG, Anápolis-GO - 2012.	33
TABELA 6. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) das características agronômicas de mamona consorciadas com feijão, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura UEG, Anápolis-GO - 2012.	36

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Dados diários climáticos referentes ao período da semeadura à colheita. Dezembro de 2009 à Agosto de 2010 (SEPLAN, 2011).....	21
FIGURA 2. Teor foliar de nitrogênio em feijão consorciado com mamona, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.	25
FIGURA 3. Teores foliares médios de potássio (a) e cálcio (b) em cultivares de feijão consorciadas com mamona, sob doses de nitrogênio em cobertura.	27
FIGURA 4. Teores foliar médios de magnésio em cultivares de feijão sob doses de nitrogênio em cobertura (a) e de enxofre em cultivares de feijão (b), consorciadas com mamona.....	28
FIGURA 5. Teores foliar médios de nitrogênio (a) e magnésio (b) em cultivares de mamona consorciada com feijão, sob doses de nitrogênio em cobertura.....	31
FIGURA 6. Teor foliar de manganês em mamona consorciada com feijão, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura..	32
FIGURA 7. Número de vagens por planta de feijão consorciado com mamona, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.	34
FIGURA 8. Rendimento de grãos de feijão consorciado com mamona, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.....	35
FIGURA 9. Número de grãos por vagem (a) e rendimento de grãos (b) de feijão em monocultivo e consorciado com mamona, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.....	36
FIGURA 10. Número de cachos por planta de mamona consorciada com feijão, submetida a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.	37
FIGURA 11. Número de bagas por cacho (a) e peso médio de 100 grãos (b) de mamona consorciada com feijão, submetida a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.	38
FIGURA 12. Rendimento de mamona consorciada com feijão, submetida a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.....	39

Manejo da adubação nitrogenada em cobertura no sistema de consórcio de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) e mamona (*Ricinus communis L.*)

RESUMO

O consorciamento de culturas é de uso comum no Brasil, especialmente na pequena propriedade rural. Contudo, a vantagem efetiva dessa técnica em relação ao monocultivo se torna mais evidente quando as culturas envolvidas apresentarem diferenças entre as suas exigências quanto aos recursos disponíveis, seja em qualidade, quantidade e/ou época de demanda. Acrescenta-se que produtividades satisfatórias das culturas envolvidas somente serão conseguidas com conhecimentos das reais exigências nutricionais das culturas participantes do sistema consorciado, com enfoque especial nas exigências diferenciadas entre os materiais cultivados das espécies em questão. Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar a nutrição e as características agronômicas das culturas de feijão-comum + mamona sob consórcio, submetidas a diferentes doses de nitrogênio em cobertura. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 4 + 4$ tratamentos adicionais, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de feijão (Pontal e Pérola) e duas cultivares de mamona (Energia e o Paraguaçu), combinadas com quatro doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹) em consórcio, mais 4 tratamentos adicionais envolvendo as cultivares de feijão e mamona, na dosagem única de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, recomendado pela literatura para ambas as culturas na condição de monocultivo em cobertura. Conclui-se que: os teores foliares de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas plantas de feijão-comum consorciadas com mamona, foram influenciados pelas doses de nitrogênio em cobertura. Por outro lado, para mamona foi verificado efeito dos tratamentos sobre os teores foliares de nitrogênio, magnésio e enxofre em consórcio com feijão-comum. Os teores foliares de nutrientes em plantas de feijão e mamona, cultivadas em consórcio ou monocultivo, não foram alterados pelos tratamentos. Os máximos rendimentos de grãos de 1074,2 e 989,9 kg ha⁻¹ para as cultivares de feijão Pontal e Pérola, foram obtidos respectivamente com as doses de 137,8 e 128,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. O maior rendimento de grãos foi obtido com a cv. Paraguaçu, que teve o ponto de máximo – 1417,9 kg ha⁻¹ sob adubação de nitrogênio de 98,5 kg ha⁻¹, comparativamente a cultivar Energia, cujo maior rendimento – 1243,5 kg ha⁻¹ foi verificado na dose de nitrogênio de 106,0 kg ha⁻¹.

Palavras chave: *Phaseolus vulgaris*, *Ricinus communis*, associação de culturas, adubação, produção.

ABSTRACT

Intercropping is a very common procedure in Brazil, especially in small farms. The actual advantage of this technique compared to monoculture, nevertheless, becomes more evident when the cultures involved present different requirements for available resources, concerning either quality, amount or period of that demand. In addition to that, the cultures involved will only reach satisfactory yield if counting on knowledge on their factual nutritional needs, with special focus on particular requirements of each of the species involved. Therefore, this work aims to assess agronomic and nutritional features of common bean and castor bean intercropped, under different topdress nitrogen doses, in Brazilian savanna (cerrado), in the state of Goiás. The randomized block designed was applied, arranged in 2 X 2 X 4 factorial design + 4 additional treatments. Three repetitions were performed. Treatments consisted on two cultivars of common bean (Pontal and Pérola) and two cultivars of castor bean (Energia and Paraguaçu), intercropped and combined with four topdress nitrogen doses (0, 50, 100 and 200 kg ha⁻¹). Four additional treatments involved the combinations of the cultivars of common bean and castor bean, under the unique nitrogen dose of 40 kg ha⁻¹, which is recommended by literature for both cultures under covered monoculture. We conclude that leaf contents of nitrogen, potassium, calcium, magnesium and sulfur of common bean, while intercropped with castor bean, were influenced by topdress nitrogen doses. On the other hand, castor bean, while intercropped with common bean, presented foliar contents of nitrogen, magnesium and sulfur responding to the different treatments. Leaf nutrient contents in common bean and castor bean, under both intercropping and monoculture, were not affected by treatments. Maximum grain yields of common beans, 1074.2 kg ha⁻¹ for the cultivar Pontal and 989.9 kg ha⁻¹ for the cultivar Pérola, were reached under 137.8 e 128.5 kg ha⁻¹ of topdress nitrogen, respectively. For castor bean, maximum grain yield, 1417.9 kg ha⁻¹, was reached by the cultivar Paraguaçu, under 98.5 kg ha⁻¹ of topdress nitrogen. The cultivar Energia had its maximum grain yield, 1243.5 kg ha⁻¹, verified under 106.0 kg ha⁻¹ of topdress nitrogen.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, *Ricinus communis*, association of crops, fertilization, production.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a pesquisa tem-se preocupado em gerar tecnologias que possibilitam o uso racional dos recursos naturais e insumos para produção de alimentos mais saudáveis, com menor impacto ambiental e, conseqüentemente, melhoria na sustentabilidade do sistema produtivo. Neste contexto, um das tecnologias disponíveis que pode auxiliar na execução dessa filosofia de trabalho é a consorciação de culturas, na qual se faz o plantio de duas ou mais espécies numa mesma área. Os pequenos produtores são os que têm maior potencial de utilização deste sistema de cultivo, e que conforme TEIXEIRA et al. (2005), permite melhor aproveitamento da área, dos insumos e da mão-de-obra utilizada, além da maior diversificação da dieta alimentar e maior lucro por unidade de área cultivada.

O consorciamento de culturas é de uso comum no Brasil, contudo, a vantagem efetiva dessa técnica em relação ao monocultivo se torna mais evidente quando as culturas envolvidas apresentarem diferenças entre as suas exigências quanto aos recursos disponíveis, seja em qualidade, quantidade e época de demanda.

A eficiência dos cultivos consorciados é dependente da complementaridade entre as culturas envolvidas. Desta forma, o cultivo da mamona, indicada pelo governo federal como primeira escolha para projetos relacionados a produção de biodiesel, e usada sobretudo sob consorciamento com culturas de ciclo curto como o feijão-comum principal fonte protéica das classes de menor poder aquisitivo, pode configurar como boa opção aos agricultores.

A adubação é de fundamental importância para obtenção de elevadas produtividades, com maior destaque para os nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e Potássio (K). O nitrogênio é dentre os nutrientes essenciais, aquele exigido pelas plantas em maior quantidade (MARSCHNER, 1995). Representa de 2 a 6 % de matéria seca das plantas. Uma dose correta de nitrogênio aumenta o crescimento, com a produção de muitas folhas grossas que apresentam cor verde escura, pela abundância de clorofila.

O nitrogênio configura-se como elemento de alta mobilidade no sistema solo-planta-atmosfera, perdendo-se facilmente por volatilização ou lixiviação e, além disso, os adubos nitrogenados têm baixa eficiência e alto custo de sintetização, o que permite considerar que sua utilização sem critério, além de elevar o custo do produto final, pode contaminar o ambiente (BALOTA, 1997; MORAES, 1988).

O nitrogênio, que pode ser considerado uma das bases químicas da vida, faz parte integrante das proteínas, dos seus aminoácidos e albuminóides, da clorofila, das enzimas, dentre outras (CORRÊA et al., 2006).

Em determinadas circunstâncias quantidades excessivas de nitrogênio podem prolongar o período de crescimento, produzindo uma vegetação luxuriante, retardando a maturidade, tornando os tecidos moles, sem resistência às pragas e doenças, especialmente quando o suprimento dos demais elementos não é adequado. A sua falta produz vegetação fraca, órgãos vegetativos reduzidos e folhas de coloração verde amarelada (LIMA et al., 2008).

Em geral, a adubação da mamona é pouco estudada no Brasil, com predomínio de uma literatura antiga (CANECCHIO FILHO e FREIRE, 1958; NAKAGAWA e NEPTUNE, 1971; SOUZA e NEPTUNE, 1976; NAKAGAWA et al., 1986). Contudo, estudos nessa temática foram retomados recentemente (LANGE et al., 2005; SEVERINO et al., 2006a; SEVERINO et al., 2006b; SILVA et al., 2007; LIMA et al., 2008) devido à importância da cultura na produção de biocombustível, porém são ainda escassos, e contemplam poucos genótipos de uso comum pelos produtores, além de serem recomendados em sua maioria, para a região nordeste.

Para a região Centro-Oeste, onde a cultura da mamona é emergente ainda não se dispõe de informações a respeito do assunto, e em algumas situações as recomendações de adubações de cultivo solteiro são generalizadas, sem o real conhecimento da exigência da lavoura nas condições edafoclimáticas predominantes na região em questão. Obstante, pode-se dizer que estudos abordando o assunto nutrição de mamona foram realizados há mais de trinta anos, utilizando cultivares tradicionais, não havendo, portanto, conhecimento referente aos aspectos nutricionais dessa oleaginosa atualmente (SILVA et al., 2007).

Com relação ao feijão-comum, pode-se afirmar que a cultura em monocultivo se tornou altamente rentável, com emprego de alto nível tecnológico na atividade, e o que tem levado a obtenção de patamares de produtividade superiores a 3500 kg ha^{-1} , como acontece na região Centro-Oeste em estados como Goiás e Distrito Federal. Porém, para a condição de consórcio, estudos de nutrição mineral são praticamente inexistentes (SÁ, 1994).

Produtividades satisfatórias das culturas envolvidas no consorciamento somente serão conseguidas com conhecimentos das reais exigências nutricionais de plantas no referido sistema. Diante disso, estudos devem ser realizados com o propósito de avaliar as respostas das plantas em lavouras feijão consorciadas com mamona, visando fornecer informações relevantes a técnicos e produtores, com particular ênfase a pequena propriedade familiar (LANGE et al., 2005).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura na nutrição e a produção de cultivares de mamona e feijão sob consórcio, nas condições edafoclimáticas da região central do Estado de Goiás.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Informações gerais

A cultura de mamona (*Ricinus communis* L.), possui importante papel socioeconômico, sobretudo nas regiões com menor disponibilidade hídrica, como o Nordeste brasileiro. O Brasil configura-se com terceiro produtor mundial de mamona e segundo exportador. Na safra 2010/11 cultivou-se aproximadamente 219,3 mil hectares de mamona, com produção de 141,3 mil toneladas e produtividade de 644 kg.ha⁻¹, sendo a Bahia o maior produtor nacional (CONAB, 2011).

O sistema de produção de mamoma pode ser praticado por pequenos produtores, sendo intensivo em mão-de-obra (gerando empregos), podendo ser cultivada em consórcio e/ou rotação de outras culturas, além de usar pouco agrotóxico e de adaptar-se perfeitamente aos mais variados sistemas de cultivo, além de apresentar em suas sementes um óleo de características ímpares (FREITAS e FREDO, 2005).

Da mamona também é aproveitada os subprodutos que são destinados para a alimentação animal e recuperação de solos esgotados. A torta de mamona é recomendada para a alimentação animal devido ao alto teor de proteína, porém não muito utilizado pois depende de um processo, relativamente caro, para a desintoxicação deste subproduto, levando as usinas de óleo a vender a torta apenas como fertilizante (FREITAS e FREDO, 2005).

Diferentemente da soja, girassol, amendoim e outras oleaginosas, a mamona não é destinada à alimentação humana, conseqüentemente, sob o ponto de vista social não haveria concorrência com tal mercado. Além do mais, as discussões a respeito do biodiesel têm procurado priorizar oleaginosas que propiciem maior geração de emprego e renda, além de inserir regiões que estejam à margem do processo de desenvolvimento econômico (PIRES et al., 2004).

Com relação ao feijão, pode-se dizer que esta leguminosa é um dos alimentos mais antigos e importantes na alimentação humana e remontam aos primeiros registros históricos noticiados. No antigo Egito e na Grécia eram cultivados e cultuados como símbolo de vida. Na Roma antiga o feijão era largamente utilizado nas suas festas gastronômicas, e até mesmo como pagamento de apostas. A disseminação do feijão no mundo é atribuída, pela maioria dos historiadores, a ocorrência das guerras, já que este alimento era parte essencial da dieta dos guerreiros em batalha. As grandes explorações auxiliaram a difundir este habito alimentar para as diversas regiões do globo (EMBRAPA, 2004).

O Brasil configura-se como o maior produtor mundial de feijão-comum pertencente à espécie *Phaseolus vulgaris* L. (FAO, 2009). O cultivo do feijão no território nacional é feito em três

safras distintas, águas, seca e inverno. Na última safra, 2010/11 foi produzida 3,8 milhões de toneladas de feijão em uma área cultivada de 4,0 milhões de hectares com produtividade de 945 kg ha⁻¹ envolvendo a média das três safras citadas acima (CONAB, 2011). Paraná, São Paulo e Minas Gerais são os maiores produtores nacional, contudo, os maiores patamares de produtividade são obtidos no Distrito Federal e Goiás, com valores superiores a 2500 kg ha⁻¹, obtido na safra de inverno.

Tanto a cultura de mamona quanto de feijão-comum sob consórcio, pode-se se tornar uma boa opção para a pequena propriedade familiar. Contudo, investigações no tocante a exigência nutricional destas culturas, envolvendo genótipos atualmente utilizados pelos produtores, são inexistentes. Desta forma, investigações no tocante a este assunto propiciar informações substanciadas à técnicos e produtores, para expansão da área cultivada das referidas espécies e sistema.

2.2. Sistema consorciado de mamona e feijão

Atualmente a pesquisa tem-se preocupado em gerar tecnologia que possibilita o uso racional dos recursos naturais e insumos para produção de alimentos mais saudáveis, com menor impacto ambiental e, conseqüentemente, melhoria na sustentabilidade do sistema produtivo. Neste contexto, um das tecnologias disponíveis que pode auxiliar na execução dessa filosofia de trabalho é a consorciação de culturas, na qual se faz o plantio de duas ou mais espécies numa mesma área (VIEIRA et al., 1998).

Nos sistemas de consórcio, duas ou mais culturas, com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, são exploradas concomitantemente no mesmo terreno. Elas não são necessariamente semeadas ao mesmo tempo, mas, durante grande parte de seus períodos de desenvolvimento, há uma simultaneidade, forçando uma interação entre elas (VIEIRA et al., 1998). Para TEIXEIRA et al. (2005) caracteriza-se como técnica empregada para aumentar as produtividades das lavouras e obter maiores lucros por unidade de área, possibilitando a maximização da utilização dos recursos ambientais sem desequilíbrio ecológico, sobretudo, para os pequenos agricultores.

Entre os segmentos agrícolas, as grandes culturas é um dos que pode beneficiar-se, significativamente, com o emprego desta prática agrônômica, pois a sua produção caracteriza-se pelo uso intensivo de recursos renováveis e não renováveis.

Além das vantagens de ordem econômica que poderão advir do emprego desta tecnologia, o cultivo consorciado de grandes culturas poderá contribuir para que esta situar-se dentro do contexto

de agricultura sustentável ou de menor impacto ambiental. Entretanto, a vantagem efetiva de um consórcio em relação a monocultura será mais evidente quando as culturas envolvidas apresentarem diferenças entre as suas exigências quanto aos recursos disponíveis, seja em qualidade, quantidade e época de demanda. Deste modo, a eficiência dos cultivos consorciados é dependente da complementaridade entre as culturas envolvidas (MONTEZANO E PEIL, 2006).

Um dos muitos aspectos relativos ao cultivo consorciado e, praticamente, não estudado é a adubação das culturas envolvidas. A exigência nutricional das espécies pode ser modificada, como resultado da interação. Na literatura, na maior parte dos estudos, são utilizadas como adubação de plantio do consórcio, doses de nutrientes recomendadas para a monocultura como mamona e feijão, reconhecidamente exigentes.

Quanto às adubações de cobertura, verifica-se que, ou é realizada somente para a mamona considerada a principal no consórcio (OLIVEIRA et al., 2004), ou é realizada separadamente para cada cultura do consórcio (CORRÊA et al., 2006). Em ambos os casos, utilizam-se das recomendações de adubação disponíveis em literatura para as culturas em cultivo solteiro, ou seja, monocultura.

Dentre os nutrientes, de modo geral, destaque maior em solos tropicais tem sido dado aos macronutrientes nitrogênio e fósforo e os micronutrientes boro e zinco. O nitrogênio pelas modificações morfo-fisiológicas promovidas nos vegetais, quantitativamente, é o mais importante dos nutrientes, sendo encontrado em maior quantidade na massa seca do que qualquer outro elemento que se considere (MARSCHNER, 1995).

A competição depende do número ou da densidade de plantas por unidade de área e dá-se por espaço físico, luz, água e nutrientes minerais. Quando duas plantas crescem lado a lado e se tocam ocorrem dois tipos de interação: um direto e outro indireto. No primeiro, há a interferência de um organismo com o outro; no segundo, modificação do meio pelo sombreamento, absorção mineral, entre outros. Estando as plantas bastante próximas, o sombreamento ocorre na parte aérea e/ou os sistemas radiculares absorvem água e nutrientes minerais do mesmo reservatório no solo (HOPPE et al, 2004).

Nesse sentido, o feijoeiro-comum pode ser apontado como boa alternativa para consórcio, por ser importante na alimentação do brasileiro, como pela adaptação morfofisiológica das plantas ao sistema por ser planta C3 (VIEIRA, 2006), além de ser um leguminosa, e portanto, com capacidade de reposição de nitrogênio ao solo.

Phaseolus vulgaris é uma espécie que se adapta muito bem à condição de consórcio com várias outras espécies (milho, mandioca, mamona, café, algodão, cana-de-açúcar). Este fato se deve

principalmente ao baixo ponto de saturação luminosa do feijoeiro, que é de aproximadamente 1/3 da luz solar (30 a 40 klux) máxima (HOPPE et al., 2004).

Geralmente as espécies C₃ saturam-se a 30% da radiação solar máxima, ou seja, 30% da radiação solar total de um dia de verão claro.

O feijão-comum no Brasil é cultivado - em considerável parte - no sistema de consórcio com outras culturas, principalmente com o milho. No Brasil as informações sobre sistemas de consórcio de culturas dizem respeito, basicamente, ao cultivo de milho + feijão (SANGOI E ALMEIDA, 1993; CANDAL NETO E VIEIRA, 1994; RAPOSO et al., 1995; KRONKA et al., 2000; ANDRADE et al., 2004; FLESCHE, 2002; COSTA E SILVA, 2008).

Com relação a mamoneira (*Ricinus communis* L.), pode dizer que tem sido utilizada com muito sucesso no consórcio com culturas anuais de ciclo curto (TÁVORA et al., 1988; AZEVEDO et al., 1998a; AZEVEDO et al., 1998b; AZEVEDO et al., 1999; AZEVEDO et al., 2001; KUMAR, 2002; CORRÊA et al., 2006), pela facilidade de ser conduzida e pelo retorno do capital que tem proporcionado ao produtor com a venda de suas sementes, além da incorporação de restos culturais e do resíduo de fertilizante que permanece no solo.

Para a mamona usada em consórcio com o feijão, há na literatura informações referentes somente a espécie *Vigna unguiculata* cujas denominações atribuídas são: feijão miúdo, feijão de corda, feijão catador, dentre outras, mas como é sabido, esse material apresenta alta agressividade de crescimento por ser de hábito trepador (Tipo IV), podendo comprometer assim, o rendimento da mamona, conforme constatado em trabalho de CORRÊA et al. (2006).

Não foram encontrados na literatura nacional e internacional, trabalhos referentes ao estudo da adubação com nitrogênio para as culturas da mamona e feijão-comum em consórcio. Porém, isoladamente, há diversos trabalhos que mostram respostas positivas da mamona (CANECCHIO FILHO E FREIRE, 1958; NAKAGAWA E NEPTUNE, 1971; SOUZA E NEPTUNE, 1976; NAKAGAWA et al., 1986; LANGE et al., 2005; SEVERINO et al., 2006a; SEVERINO et al., 2006b; SILVA et al., 2007; LIMA et al., 2008) e do feijão-comum (AMBROSANO et al., 1996; FAGERIA E SANTOS, 1998; ANDRADE et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2004; SORATTO et al., 2006; CRUCIOL et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2008; ARAÚJO E TEIXEIRA, 2008) a adubação com macro e micronutrientes, incluindo nitrogênio, fósforo, boro e zinco.

Em consórcio, em razão do desconhecimento da exigência de nitrogênio, para as culturas, não se sabe, ainda, se a adubação deve ser realizada para cada cultura, ou se para uma delas, e em que quantidade.

2.3. Importância da adubação de plantas

A nutrição mineral tem destacada relevância do no desenvolvimento das plantas. Há atualmente 16 nutrientes considerados com essências que são: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, cloro, ferro, manganês, molibdênio, e zinco (MALAVOLTA et al., 1997). Nitrogênio e potássio são considerados os nutrientes absorvidos pelas plantas em maior quantidade.

2.4. Adubação das culturas de feijão e mamona

2.4.1. Adubação da cultura do feijão

O nitrogênio é um dos nutrientes mais responsivos quando aplicados na cultura do feijão (AMANE et al., 1994; ARAÚJO et al., 1994; CHAGAS et al., 1995; BASSO e CERETA 2000; FERNADES e LIBARDI, 2007; CRUZ et al.,2008). Para Viera et al. (1998), em geral, a adubação nitrogenada em feijão recomendada varia de 20 a 100kg/ha de N, dependendo do nível de tecnologia empregado pelo produtor.

Em virtude da possibilidade de lixiviação, tem-se evitado o emprego de altas doses de N por ocasião da sementeira, recomendando-se o seu parcelamento. Entretanto, URQUIAGA et al. (1984) demonstraram que, ao final da cultura do feijão, restavam no solo 21,8% do N proveniente do fertilizante, sendo mais de 86% acumulados nas camadas superficiais (0-45 cm). Assim, parece que as perdas de N por lixiviação não têm a importância a elas atribuídas, e o problema poderia ser enfrentado com o manejo adequado da água de irrigação e boa condução da adubação nitrogenada, no que diz respeito as doses e épocas de aplicação.

A adubação em cobertura somente deverá ser realizada se os feijoeiros exibirem folhagem de cor pálida ou amarelada. Quando isso ocorre, aplica-se o fertilizante nitrogenado em filete sobre a superfície do solo, ao longo e perto das fileiras dos feijoeiros, mas sem atingi-los. Experimentos levados a efeito por ARAYA et al. (1981) e por ARAÚJO et al. (1994) comprovaram que essa adubação em cobertura deve ser efetuada de 15 a 30 dias após a emergência das plantas, ou seja, antes da floração. Depois, tem pequeno efeito ou é inútil.

A cultura do feijão em monocultivo se tornou altamente rentável, com emprego de alto nível tecnológico na atividade, e o que tem levado a obtenção de patamares de produtividade superiores a 3500 kg ha⁻¹, como acontece na região Centro-Oeste em estados como Goiás e Distrito Federal. Porém, sob condição de consórcio, estudos de nutrição mineral são praticamente inexistentes.

2.4.2. Adubação da cultura da mamona

A mamona é uma planta exigente em nutrientes, tendo nas sementes elevada concentração de óleo e proteínas, o que conduz a uma demanda por nutrientes, especialmente nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio. Para uma produtividade de 2000 kg ha⁻¹ de bagas retira-se do solo as seguintes quantidades de nutrientes: 80 kg ha⁻¹ de N, 18 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 32 kg ha⁻¹ de K₂O, 13 kg ha⁻¹ de CaO e 10 kg ha⁻¹ de MgO (SEVERINO et al., 2006a), sem contabilizar a quantidade pelas raízes e parte aérea da planta, o que indica alto requerimento de nutrientes para obtenção de produtividades elevadas.

Pode-se dizer, que em geral, a adubação da mamoneira é pouco estudada no Brasil, com predomínio de uma literatura antiga (CANECCHIO FILHO e FREIRE, 1958; NAKAGAWA e NEPTUNE, 1971; SOUZA e NEPTUNE, 1976; NAKAGAWA et al., 1986). Contudo, estudos nessa temática foram retomados recentemente (LANGE et al., 2005; SEVERINO et al., 2006a; SEVERINO et al., 2006b; SILVA et al., 2007; LIMA et al., 2008) devido a importância da cultura na produção de biocombustível, porém são ainda escassos, e contemplam poucos genótipos de uso comum pelos produtores, além de serem recomendados em sua maioria, para a região nordeste.

Em pesquisa conduzida por SEVERINO et al. (2006b), em solo de baixa fertilidade natural em Carnaubais – RN com a cv. Nordestina, submetido à adubação orgânica e mineral, foi constatado que na testemunha, onde não foi empregado qualquer adubação a produtividade média foi 164 kg ha⁻¹ de mamona, e de 597, 988 e 1173 kg ha⁻¹, respectivamente para adubação orgânica, mineral e orgânica + mineral, confirmando assim que a mamona tem se mostrado altamente responsiva à fertilização.

Em outro trabalho conduzido na região nordeste no município de Quixeramobim-CE, SEVERINO et al. (2006a) usando novamente a cv. Nordestina obtiveram acréscimo de produtividade (2.298 kg ha⁻¹) superior a 100% a testemunha (1.072 kg ha⁻¹), com o emprego de fertilizante químico na dosagem de 50 kg ha⁻¹ de N + 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ + 40 kg ha⁻¹ de K₂O.

Em pesquisa conduzida por SILVA et al. (2007), em um Neossolo Quartzarênico, no Município de Campo Grande, MS, utilizando ainda a cv. Nordestina obtiveram produtividade máxima com aplicação de 80 kg/ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Nesta mesma pesquisa os autores constaram alteração no teor de óleo em virtude da aplicação de N em cobertura, discordando dos resultados SEVERINO et al. (2006), que não detectaram acréscimo no teor de óleo em consequência da adubação nitrogenada. A média do teor de óleo nas referidas pesquisas foram de 49,3%. Ao estudar a cultivar BRS Nordestina (49% de óleo), MELHORANÇA e STAUT (2005) afirmaram que, em cultivares comerciais, o teor médio de óleo é de 48%.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Informações Gerais

O experimento foi conduzido na safra das “águas” de 2010/2011, na Estação Experimental da Emater em Anápolis-GO (Antiga Agencia Rural). As coordenadas geográficas da área são: 17°43'19" latitude Sul e 48°09'35" longitude Oeste. A altitude do município é de 820 m e o clima regional é classificado como Cwa-Mesotérmico Úmido, com precipitação e a temperatura média anual de 1750 mm e 25°C, respectivamente (SEPLAN, 2011).

Os dados de clima referente à precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa ocorrida de dezembro de 2009 a agosto de 2010, são apresentados na Figura 1. Este período é relativo ao início da semeadura até a última colheita da mamona – cultura de ciclo mais longo e, portanto, com maior período de tempo em campo.

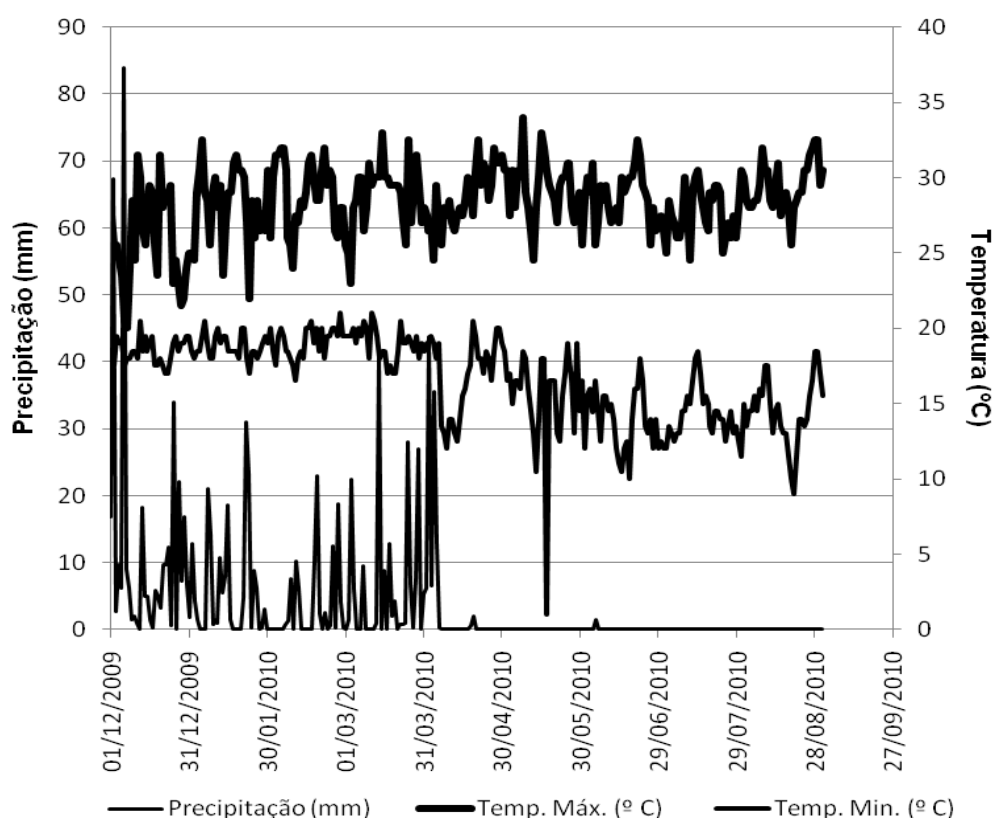


FIGURA 1 – Dados diários climáticos referentes ao período da semeadura à colheita. Dezembro de 2009 à Agosto de 2010 (SEPLAN, 2011).

Amostras de solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distroférico foram coletadas e enviadas ao laboratório para análise químico-física, cujos resultados foram: pH (H₂O) = 6,3; P (mg dm⁻³) = 2,2; K⁺ (cmolc dm⁻³) = 7,5; Ca²⁺ (cmolc DM⁻³) = 4,3; Mg²⁺ (cmolc dm⁻³) = 1,3; Al³⁺ (cmolc dm⁻³) = 0,2; H+Al³⁺ (cmolc dm⁻³) = 5,2; m (%) = 0,3; V (%) = 63; B (mg dm⁻³) = 0,5; Cu (mg dm⁻³) = 1,7; Fe (mg dm⁻³) = 163,0; Mn (mg dm⁻³) = 14,5; Zn (mg dm⁻³) = 2,7; carbono orgânico (g kg⁻¹) = 20; areia (g kg⁻¹) = 330; silte (g kg⁻¹) = 165 e argila (g kg⁻¹) = 505.

3.2. Delineamento Experimental e Tratamentos

Empregou-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 4 + 4, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de feijão (Pontal e Pérola) e duas cultivares de mamona (Energia e o Paraguaçu) e quatro doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹) sob consórcio, mais 4 tratamentos adicionais envolvendo as cultivares de feijão e mamona, na dosagem única de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, recomendado pela literatura para ambas a culturas na condição de monocultivo em cobertura.

3.3. Implantação e Condução do experimento

As parcelas de mamona foram constituídas de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 3,0 m. Nas entrelinhas da mamoneira foram colocadas cinco fileiras de feijão obedecendo ao espaçamento de 0,5 entre as mesmas. Como área útil foram tomadas as duas linhas centrais de cada parcela.

O preparo do solo foi realizado de modo convencional, com uma aração e duas gradagens. A adubação de base foi realizada utilizando-se o formulado 05-25-15 na dose de 400 kg ha⁻¹. A semeadura de mamona e feijão foi feita simultaneamente e manualmente dentro dos sulcos das linhas, utilizando-se 25% a mais de sementes, e 10 Dias Após Emergência (DAE) foi efetuado o desbaste das plantas objetivando atingir densidades de mamona e feijão de 1 e 12 plantas por metro linear, respectivamente. Aos 25 DAE foi efetuada a adubação de cobertura com N, em filete contínuo ao longo das linhas, tendo a úreia como fonte, conforme os referidos tratamentos aplicados.

Durante o ciclo das culturas realizou-se controle de plantas daninhas em pós-emergência por meio de enxada e controle químico da mistura comercial dos herbicidas fomesafen+fluazifop-p-butil - dose de 1,0 L ha⁻¹, aos 20 e 30 dias de emergência das culturas. Foram efetuadas duas aplicações do fungicida procymidone na dosagem de 1,0 kg ha⁻¹ para o controle de mofo-cinzeno

(*Amphobotrys ricini*) na cultura da mamona, e de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) no feijoeiro. Efetuou-se ainda, a aplicação do inseticida deltametrina para controle de cigarrinha (*Empoasca kraemeri*) – na dosagem de 50 ml ha⁻¹.

3.4. Características Avaliadas

Por ocasião do pleno florescimento das culturas envolvidas no estudo foram realizadas coletas de 10 folhas e 20 trifólios de mamona e feijão-comum, respectivamente, na área útil de cada parcela. A coleta dos trifólios no feijão foram realizados no terço médio da planta. As folhas foram colocadas em sacos de papel perfurados e levados a estufa à temperatura de 105°C, por período de 72 horas para secagem. Posteriormente, os materiais foram analisados quanto aos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo metodologia descrita por MALAVOLTA et al. (1997).

Por ocasião da maturação foram avaliados no feijoeiro o rendimento de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos). Na cultura da mamona foi quantificada a produtividade de bagas e seus componentes (número de cacho/planta, número de bagas/cacho e massa de 100 grãos), além do estande final, altura de plantas e diâmetro do caule.

3.5. Análise Estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando necessário as médias do fator qualitativo (cultivares) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Já o fator quantitativo (doses de N) foi estudado por análise de regressão. Os cálculos estatísticos foram realizados pelo software de análises estatísticas Sisvar Versão 5.3 (Build 7).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Aspectos nutricionais

4.1.1. Macronutrientes

O teor foliar de nitrogênio foi influenciado significativamente pelo fator doses de nitrogênio em cobertura de forma independente, assim como o teor de enxofre que foi influenciado somente pelo fator cultivar de feijão (Tabela 1). Os teores foliares de potássio, cálcio e magnésio foram influenciados pela interação cultivar de feijão x doses de N. Já o teor foliar de fósforo não foi influenciado pelos tratamentos.

De maneira geral, os teores dos macronutrientes analisados apresentaram boa precisão experimental, conforme os valores baixos à médios de precisão (5,55 à 18,9%) na obtenção dos dados (Tabela 1), que corroboram aos valores de referência de PIMENTEL GOMES (1990), que entende como baixo coeficiente de variação (CV) – inferiores a 10%; médio coeficiente de variação (CV) – de 10 a 20%; alto coeficiente de variação (CV) – de 20 a 30% e muito alto coeficiente de variação (CV) – superior a 30%.

TABELA 1. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) dos teores foliares médios de macronutrientes em plantas de feijão consorciadas com mamona, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. UEG, Anápolis-GO - 2012.

Tratamentos	G.L.	Quadrados Médios					
		Macronutrientes Foliares					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	2	0,52 ^{ns}	0,026*	0,059 ^{ns}	0,067 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,013*
Cv. Feijão (A)	1	0,095 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,002*
Doses N (B)	3	0,0045*	0,82 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,95 ^{ns}
A x B	3	0,475 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,039*	0,02*	0,015*	0,59 ^{ns}
Fat. x Ad.	3	0,19 ^{ns}	0,073 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Resíduo	19	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	5,55	9,7	12,2	14,3	16,9	10,1

* Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

C.V. Coeficiente de variação

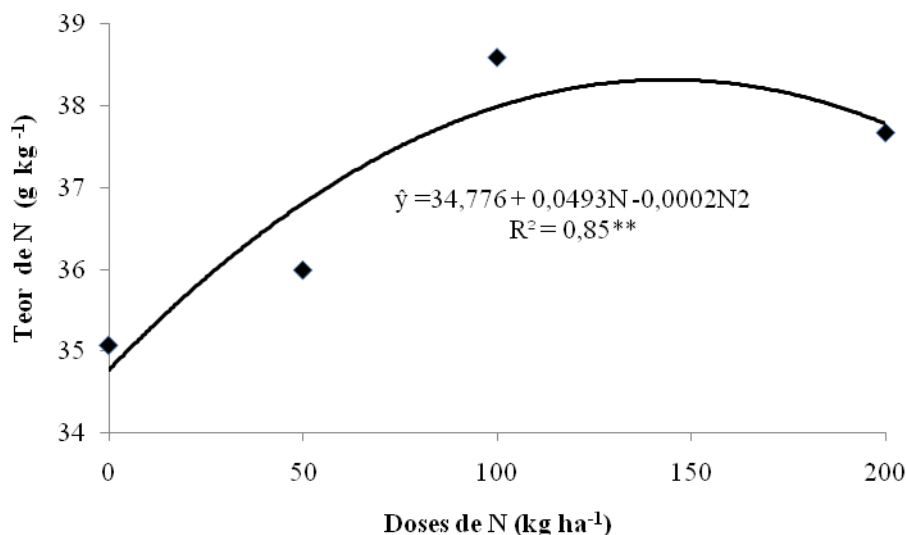


FIGURA 2. Teor foliar de nitrogênio em feijão consorciado com mamona, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.

**Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Pelo resultado na análise de variância pode-se constatar que o feijoeiro consorciado com mamona foi influenciado pela adubação nitrogenada em cobertura, independente do material genético usado. O teor de N no tecido foliar apresentou acréscimo com o incremento da adubação nitrogenada de cobertura obtendo seu valor máximo – 38,3 g kg⁻¹ – com a dose de 140 kg ha⁻¹, e valor mínimo – 34,8 g kg⁻¹ – no tratamento testemunha (Figura 2), independente da cultura estudada. Este comportamento se justifica devido à interferência da adubação nitrogenada aplicada em cobertura absorvida pela planta.

ANDRADE et al. (2004) encontraram maiores teores de N nas cultivares Pérola e Aporé de 36,2 e 36,9 dag kg⁻¹ de massa seca de folhas, respectivamente, valores estes próximos aos obtidos no presente trabalho. NAKAGAWA e NEPTUNE (1971); RAIJ et al. (1996) observaram que o teor foliar de N para mamoneira deve ser próximo de 41,3 dag kg⁻¹ aos 64 dias após a germinação para que a planta apresente boa produção de frutos. Com base nesta literatura pode-se afirmar que o teor foliar de nitrogênio obteve valor levemente aquém do valor considerado ideal para maior desenvolvimento e produção de frutos. Porém, os valores encontrados no presente trabalho corroboram os obtidos por NAKAGAWA e NEPTUNE (1971) E RAIJ et al. (1996).

Dentre os elementos que influenciam o desenvolvimento das plantas, o nitrogênio é de vital importância, este faz parte da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila dentre outras moléculas. Sua deficiência geralmente reduz o crescimento da planta, tornando-a amarelada pela perda da clorofila e provocando amadurecimento precoce, diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos (SANTOS et al., 2004; MARSCHNER, 1995).

Andrade et al. (2004) realizaram estudos comparando diferentes cultivares de feijão-comum – Pérola, Rudá e Aporé - e encontraram diferenças significativas no teor foliar de N para as diferentes cultivares, sendo maiores para as cultivares Pérola e Aporé – 36,2 e 36,9 dag kg⁻¹ de massa seca de folhas, respectivamente, corroborando os resultados obtidos no presente trabalho. Em contrapartida, ARF et al. (2005), avaliando o efeito residual de coberturas vegetais e as doses de nitrogênio aplicadas na cultura do feijoeiro em plantio direto, observaram que a aplicação de nitrogênio em cobertura não influenciou os componentes de produção e nem na produtividade de grãos.

Para MARTINEZ et al. (1999) os teores adequados de nutrientes encontrados em folhas de feijão no pleno florescimento para nitrogênio (em g/kg) estão entre 30-35. Portanto, os teores foliares encontrados no presente trabalho estão levemente acima dos valores considerados adequados.

O teor foliar de potássio foi diferenciado entre as cultivares de feijão sob consórcio. A cultivar Pontal apresentou decréscimos do teor de potássio em função dos acréscimos das dosagens de nitrogênio em cobertura, obtendo teor máximo – 18,4 dag kg⁻¹ na dose de 42 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura. Por outro lado, o teor foliar mínimo de potássio – 16 dag kg⁻¹ foi obtido com emprego de 163 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura (Figura 3).

Nota-se ainda, que as aplicações de adubações com dosagens acima de 200 ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura, promoveu decréscimo do teor de potássio nas folhas de feijão cultivar Pontal em consórcio com mamona, mostrando assim certo antagonismo entre nitrogênio e potássio. Já para a cultivar Pérola foi detectado efeitos benéficos do acréscimo da adubação nitrogenada de cobertura, atingindo máximo – 22 dag kg⁻¹ – na dose de 167 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura, e valor mínimo – 14,6 dag kg⁻¹ com aplicação de 41 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura.

Com base em parâmetros descritos por MARTINEZ et al. (1999), que estabelecem como adequados teores de potássio encontrados em folhas de feijão no pleno florescimento variando entre 27 e 35 dag kg⁻¹. Desta forma, pode-se notar que os valores encontrados em ambas as cultivares de feijão envolvidas no consórcio com mamona estão aquém dos valores considerados adequados, contudo não foi observado qualquer ocorrência de qualquer sintoma de deficiência durante o crescimento e desenvolvimento das plantas.

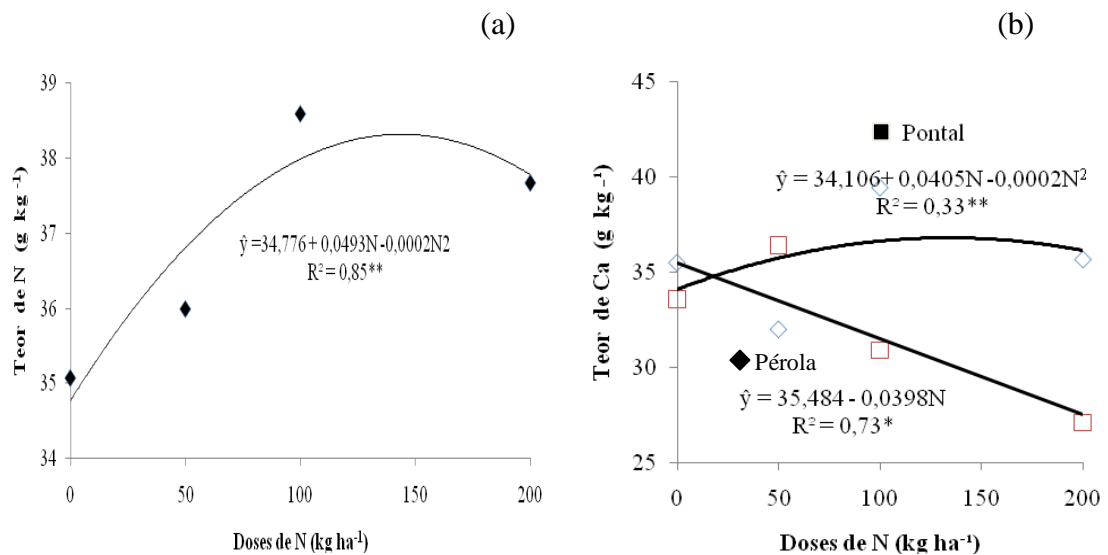


FIGURA 3. Teores foliares médios de potássio (a) e cálcio (b) em cultivares de feijão consorciadas com mamona, sob doses de nitrogênio em cobertura.

**Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t

Comportamento parecidos quanto ao teor foliar de potássio e cálcio foi observado para os teor de magnésio presente em folhas de cultivares de feijão consorciado com mamona em função da fertilização com nitrogênio. Houve acréscimo linear do teor foliar de magnésio em resposta à adição da adubação nitrogenada de cobertura para a cultivar de feijão Pontal, com valor máximo acumulado – 6,5 g kg⁻¹ sob dose de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, e teor mínimo – 4,0 g kg⁻¹ na dose zero, ou tratamento testemunha. Para a cultivar Pérola, obteve-se valor máximo – 5,2 g kg⁻¹ na dose de 86,3 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura, e teor mínimo – 3,7 g kg⁻¹ no tratamento testemunha (Figura 4a).

Estes resultados confirmam o efeito benéfico (sinergismo) da adubação nitrogenada para o acréscimo do teor de foliar de magnésio, concordante desta forma, à relatos de MARSCHNER (1995) sobre a relação existente entre estes nutrientes na nutrição de plantas.

Quando se compara a informação de literatura (MARTINEZ et al., 1999) para teor adequado de magnésio encontrado em folhas de feijão no pleno florescimento, encontra-se valores de 3-6 g kg⁻¹, e desta forma, os teores de magnésio obtidos da presente situação, entre 3,8-6,0 g kg⁻¹, enquadra-se dentro deste intervalo.

Com relação ao enxofre foi detectado somente significância para o fator cultivar em relação ao seu acúmulo nas folhas de feijão, tendo a cultivar Pontal apresentado maior teor foliar em comparação à Pérola, como valores respectivos de 1,65 e 1,47 g kg⁻¹ (Figura 4b). Contudo, faz necessário ressaltar que esta diferença é pequena, e enquadra-se dentro dos limites considerados por MARTINEZ et al. (1999) como adequado para o feijoeiro (1,5-2,0 g kg⁻¹).

Não houve diferença significativa entre os teores foliares de macronutrientes nas folhas de feijão nos sistemas de cultivos avaliados, quer seja, consórcio e monocultivo.

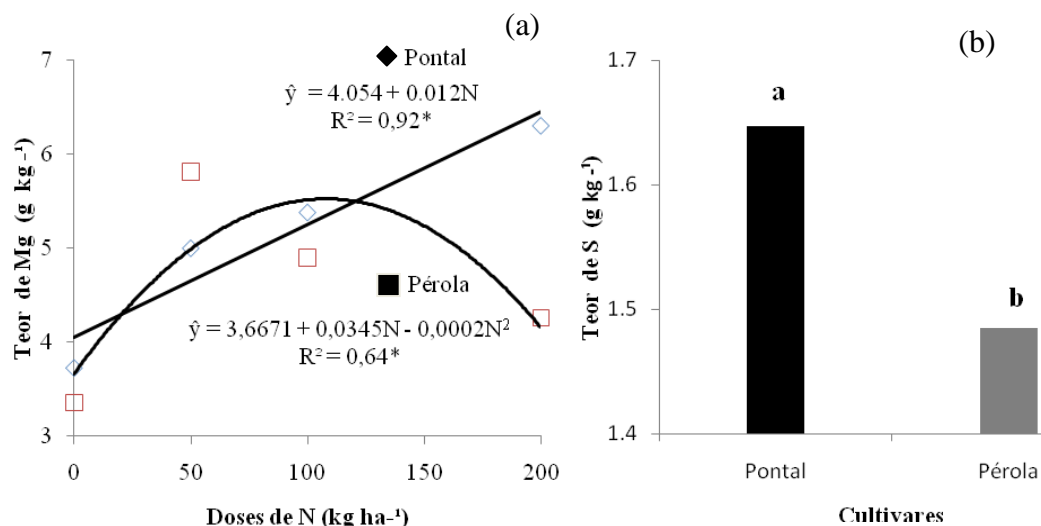


FIGURA 4. Teores foliar médios de magnésio em cultivares de feijão sob doses de nitrogênio em cobertura (a) e de enxofre em cultivares de feijão (b), consorciadas com mamona.

*Significativo a 5 % de probabilidade pelos testes t(a) e F (b).

4.1.2. Feijão - micronutrientes

A análise de variância não demonstrou qualquer resultado significativo referente aos teores foliares de micronutrientes em plantas de feijão consorciadas com mamona, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 2). De modo geral, pode-se constatar boa precisão experimental na obtenção dos dados, conforme os valores dos coeficientes de variação que variam de 4,2 a 18,9% que se enquadram nos limites de baixo a média C.V. (PIMENTEL GOMES, 1990).

TABELA 2. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) dos teores foliares médios de micronutrientes em plantas de feijão consorciadas com mamona, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. UEG, Anápolis-GO - 2012.

Tratamentos	G.L.	Quadrados Médios				
		Micronutrientes Foliares				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	2	0,47 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,502 ^{ns}
Cv. Feijão (A)	1	0,11 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,37 ^{ns}
Doses N (B)	3	0,85 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,73 ^{ns}
A x B	3	0,092 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,58 ^{ns}
Fat. x Ad.	-	0,76 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,62 ^{ns}
Resíduo	30	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	4,2	15,9	12,4	18,9	11,7

* Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

A ausência de influencia dos tratamentos testados sobre os teores foliares dos micronutrientes no feijão consorciado com mamona pode ser atribuída a pouca mobilidade ou até ausência desta na planta (ex. boro) (MALAVOLTA et al., 1997). Assim, mesmo com a adição de nitrogênio em dosagem superior à recomendada, em torno de 100 kg ha⁻¹ (VIEIRA et al., 2006) para o feijoeiro, não houve acréscimos ou decréscimo dos teores de micronutrientes em resposta a fertilização, mostrando um certo equilíbrio na nutrição mineral, conforme demonstrado pelo ausência de sintomas de deficiência ou toxidez dos referidos micronutrientes.

Os teores adequados de boro, cobre, ferro, manganês e zinco para a cultura do feijoeiro (em mg kg⁻¹) varia respectivamente de: 100-150; 8-10; 300-500; 200-300 e 45-55 (MARTINEZ et al., 1999). Desta forma, pode-se afirmar que os teores médios dos referidos micronutrientes encontrados nas folhas de feijão consorciado com mamona estão próximos a estes valores, já que foram respectivamente de 114; 6,8; 119,3; 103,4 e 32,1 mg kg⁻¹ para boro, cobre, ferro, manganês e zinco, e portanto não houve limitação aos crescimento/desenvolvimento das plantas cultivadas, seja pelo excesso ou deficiência dos micronutrientes.

Assim como foi observado para os macros, não foi detectada diferença significativa entre os teores de micronutrientes nas folhas de feijão sob monocultivo e consórcio.

4.2.1. Mamona – macronutrientes

Pelo resultado da análise de variância pode-se constatar somente significância para os teores foliares de macronutrientes nitrogênio e magnésio pelo tratamentos aplicados à cultura da mamona consorciada com feijão (Tabela 3). Os valores do coeficiente de variação variaram de 4,2 a 17,2%, e

segundo critérios de PIMENTEL GOMES (1990), estes valores enquadram-se entre valores baixos e médios, demonstrando boa precisão experimental na obtenção dos dados (Tabela 3).

Aos dados referentes a teor foliar de nitrogênio em mamona consorciada com feijão foram ajustadas equações de regressão quadráticas, em que o maior valor foi verificado na cultivar Paraguaçu – 60,5 g kg⁻¹ com o emprego de 100,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, comparativamente a cultivar Energia, com máximo teor de 49,8, g kg⁻¹ na dose de nitrogênio de 95,8 kg ha⁻¹ (Figura 5a). Por outro lado, os menores teores foliares de nitrogênio, 41,6 e 33,5 g kg⁻¹, foram obtidos nos tratamentos com emprego da maior dose de nitrogênio (200 kg ha⁻¹) para ambas as cultivares de mamona, cujos valores foram próximos as testemunhas, ou seja, sem adubação. Estes resultados conformam a relevância da adubação nitrogenada para a cultura da mamona em consórcio.

O teor foliar de magnésio nas folhas de mamona consorciada com feijão, assim como o nitrogênio, mostrou-se influenciado pela adubação nitrogenada em cobertura. Para a cultivar Paraguaçu foi ajustada equação linear com máximo acúmulo de magnésio de 2,8 g kg⁻¹ na maior dose de nitrogênio testada. Já para a cultivar Energia o máximo teor foliar de magnésio foi obtido (2,6 g kg⁻¹) na dose de nitrogênio de 57,5 kg ha⁻¹ em cobertura (Figura 5b). O acréscimo do teor foliar de magnésio em resposta a adubação nitrogenada é justificado pela ocorrência de efeito sinérgico entre nitrogênio e magnésio, conforme relato de MARSCHNER (1995), e que também foi constatado para o feijoeiro.

TABELA 3. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) dos teores foliares médios de macronutrientes em plantas de mamona consorciadas com feijão, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. UEG, Anápolis-GO - 2012.

Tratamentos	G.L.	Quadrados Médios					
		Macronutrientes Foliares					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	2	0,078*	0,000 ^{ns}	0,03*	0,13 ^{ns}	0,065 ^{ns}	0,29 ^{ns}
Cv. Mamona (A)	1	0,073*	0,33 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,051*	0,96 ^{ns}
Doses N (B)	3	0,702 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,86 ^{ns}
A x B	3	0,076*	0,58 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,095*	0,6 ^{ns}
Fat. x Ad.	-	0,402 ^{ns}	0,8 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,43 ^{ns}
Resíduo	30	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	4,2	11,5	12,1	13,5	10,7	17,2

* Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

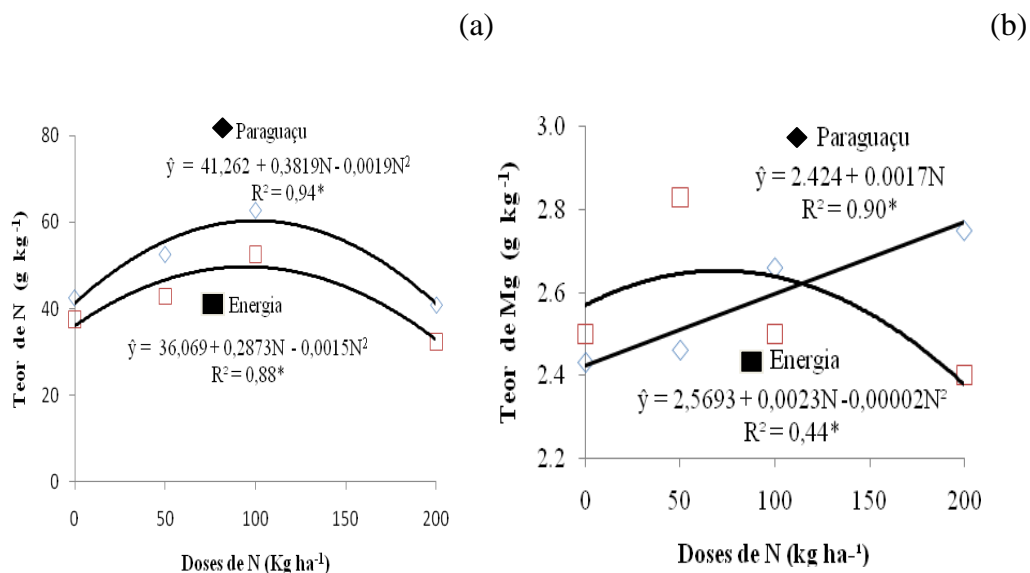


FIGURA 5. Teores foliar médios de nitrogênio (a) e magnésio (b) em cultivares de mamona consorciada com feijão, sob doses de nitrogênio em cobertura.

*Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t.

A exceção dos teores foliares de nitrogênio e magnésio, mesmo com adição de elevadas doses de nitrogênio via fertilização, superior à 100 kg ha⁻¹, não houve acréscimos ou decréscimos dos teores foliares dos demais nutrientes nas folhas de mamona por meio de processos regulatórios da própria planta denominados sinergismo ou antagonismo (MARSCHNER, 1995), demonstrando bom equilíbrio dos nutrientes fornecidos a cultura em da mamona.

Na análise foliar de mamona sob consórcio com feijão foram encontrados os teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre de 47,1; 3,4; 30,4; 16,4; 3,6 e 3,1 g kg⁻¹.

Para MARTINEZ et al. (1999) os teores adequados dos macronutrientes encontrados em folhas de mamona (em g kg⁻¹) no pleno florescimento são: N= 40-50; P= 3-4; K= 30-40; Ca=15-25; Mg= 3-4 e S= 3-4.

Desta forma, os teores dos referidos macronutrientes nas folhas de mamona na presente situação estão dentro dos limitantes considerados adequados para bom crescimento/desenvolvimento de plantas de mamona consorciado com feijão. Não houve diferença significativa no acúmulo de macronutrientes em folhas de mamona, nos dois sistemas estudados, consórcio e solteiro.

4.2.2. Mamona - micronutrientes

Os teores foliares de micronutrientes em plantas de mamona consorciadas com feijão demonstraram influência significativa em relação ao teor de manganês. Os demais micronutrientes boro, cobre, ferro e zinco não foram influenciados por qualquer tratamento testado (Tabela 4).

Os coeficientes de variação dos teores foliares médios de micronutrientes da mamona foram superiores a 20%, a exceção de boro e ferro, podendo-se afirmar que houve baixa precisão

experimental na obtenção dos dados, conforme valores já citados (PIMENTEL GOMES, 1990). Contudo, vale ressaltar que a nutrição de plantas sofre influencia predominante do meio em condições de campo, refletindo em elevados valores de C.V., normalmente acima de 20%, concordante, portanto, com relatos de OLIVEIRA et al. (2009).

TABELA 4. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) dos teores foliares médios de micronutrientes em plantas de mamona consorciadas com feijão, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. UEG, Anápolis-GO, 2012.

Tratamentos	G.L.	Quadrados Médios				
		Micronutrientes Foliares				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	2	0,76 ^{ns}	00003*	0,099 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,54 ^{ns}
Cv. Mamona (A)	1	0,097 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,067 ^{ns}	0,6 ^{ns}
Doses N (B)	3	0,19 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,02*	0,37 ^{ns}
A x B	3	0,53 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,801 ^{ns}	0,85 ^{ns}
Fat. x Ad.	-	0,45 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Resíduo	30	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	7,6	20,7	4,3	28,7	26,9

* Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

O teor de manganês no tecido foliar da mamona consorciada com feijão apresentou acréscimo linear com a adubação nitrogenada de cobertura, obtendo seu valor máximo – 174 mg kg⁻¹ na maior dose testada (200 kg ha⁻¹), e valor mínimo – 121 mg kg⁻¹ na testemunha (Figura 6), demonstrando efeito sinérgico da adubação nitrogenada em relação a absorção de manganês pelas plantas, corroborando com relatos de MASCHNER (1995).

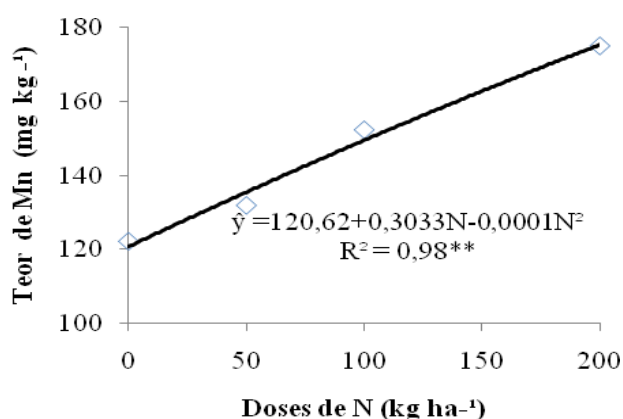


FIGURA 6. Teor foliar de manganês em mamona consorciada com feijão, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.

**Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t.

Os teores foliares médios dos micronutrientes boro, cobre, ferro, manganês e zinco em mamona consorciada com feijão, foram respectivamente de 132,4; 7,1; 120,2; 145,3 e 25,2 mg kg⁻¹. Infelizmente não há na literatura nacional valores de referencia para comparação de teores obtidos com os teores tidos como adequados, conforme realizado nas situações acima. Este problema existe porque as informações sobre nutrição de mamona, especialmente com micronutrientes, ainda são incipientes, e direcionadas para condições específicas da região nordeste no Brasil. Verificou-se ainda, não haver diferenças significativas entre os teores foliares de micronutrientes acumulados em mamona nos sistema de consórcio e monocultivo.

4.2. Características Agronômicas

4.2.1. Feijão

A exceção dos componentes número de grãos por vagem e peso médio de cem grãos, as demais características agronômicas do feijoeiro consorciado com mamona, foram influenciadas pela interação entre cultivares de feijão x doses de nitrogênio. Foi observada ainda, a existência de diferença significativa entre os sistemas de consórcio e monocultivo, no tocante o número de vagens por planta e rendimento (Tabela 5). Quanto a precisão experimental, pode-se verificar que houve boa precisão para o número de grãos por vagem e peso de cem grãos, cujos valores respectivos de C.V. foram de 5,8 e 6,9. Contrariamente, houve baixa precisão para o número de vagens por planta e rendimento de grãos com C.V. de 26,2 e 23,0 respectivamente, conforme valores de referência de PIMENTEL GOMES (1990); contudo, como estas características são influenciadas predominantemente por condições do meio, estes elevados valores de C.V., normalmente acima de 20%, são concordantes aos relatos de literatura com a cultura de feijão (OLIVEIRA et al., 2009).

TABELA 5. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) das características agronômicas de feijão consorciadas com mamona, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. UEG, Anápolis-GO, 2012.

Tratamentos	G.L.	Quadrados Médios			
		Características Agronômicas			
		NVP	NGV	PCG	REND
Blocos	2	0,048*	0,85 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Cv. Feijão (A)	1	0,73 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,85 ^{ns}
Doses N (B)	3	0,82 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,74 ^{ns}
A x B	1	0,0004*	0,04 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,09*
Fat. x Ad.	-	0,033*	0,058 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,07*
Resíduo	30	-	-	-	-
C.V. (%)	-	26,2	5,8	6,9	23,0

* Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

NVP – Número de vagens por planta; NGV – Número de grãos por vagem; PCG – Peso de cem grãos; REND – Rendimento de grãos (kg ha⁻¹).

O número de vagens por planta, sofreu influências significativas da interação cultivares de feijão envolvidas no consórcio e das dose de nitrogênio em cobertura. A cultivar Pontal apresentou valor máximo de 11,3 vagens por planta com a dose 122,3 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura, comparativamente, a cultivar Pérola cujo maior número de vagens por planta – 7,9 foi obtido na dose de 110,0 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura (Figura 7). Nos dois casos, os menores valores do número de vagens por planta foram verificados na testemunha, evidenciando a importância da adubação nitrogenada adicionada em cobertura para o feijoeiro, independente do material genético usado. Ressalta-se que na maior parte das pesquisas envolvendo a cultura do feijoeiro este tem sido o componente do rendimento mais estreitamente relacionada ao rendimento de grãos (Andrade et al., 2001), e que é diretamente influenciado pelas condições do meio(OLIVEIRA et al., 2009).

O número de grãos por vagem e peso de cem grãos não foram influenciados pelos tratamentos, fato este esperado visto serem características com forte influencia genética, justificando assim esta ausência de resposta a fertilização nitrogenada.

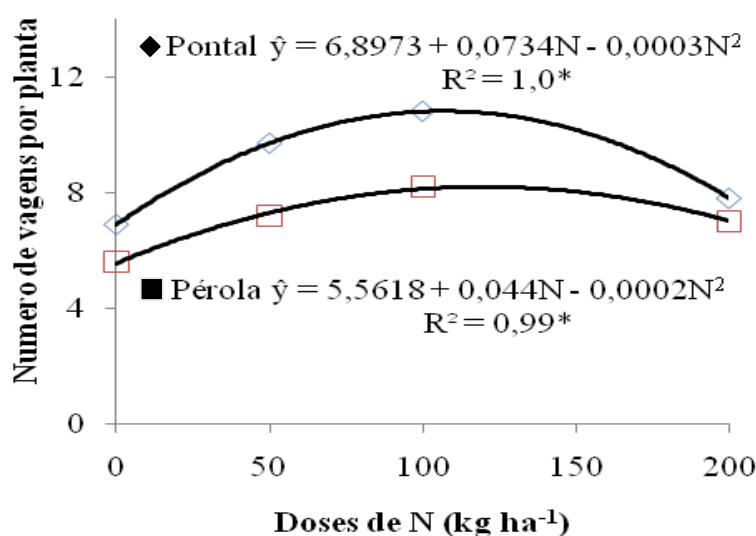


FIGURA 7. Número de vagens por planta de feijão consorciado com mamona, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

O rendimento de grãos do feijoeiro sob consórcio com mamona foi influenciado significativamente pela interação cultivares x doses de nitrogênio, confirmando o resultado obtido para o componente do rendimento número de grãos por vagem. Houve efeito quadrático das doses de nitrogênio, com os máximos rendimentos de grãos de 1074,2 e 989,9 kg ha⁻¹ para as cultivares de feijão Pontal e Pérola, obtidos respectivamente com as doses de 137,8 e 128,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio

em cobertura. Contrariamente, os menores patamares de rendimento de feijão em consórcio foi obtido nas testemunhas das duas cultivares estudadas, com rendimentos de grãos de 508,4 e 494,3 kg ha⁻¹ respectivamente para Pontal e Pérola (Figura 8).

O rendimento da cultura de feijão em consórcio esta aquém dos patamares de produtividade obtidas normalmente na região centro-oeste para monocultivo, onde é comum obter produtividades superiores a 1500 kg ha⁻¹. Contudo, como se trata de consórcio, em que o feijoeiro é a cultura considerada secundária perante a mamona (cultura principal), o seu rendimento é reduzido em torno de 50% se comparado ao sistema de monocultivo (VIEIRA, 2006), e confirmado na presente pesquisa (Figura 9).

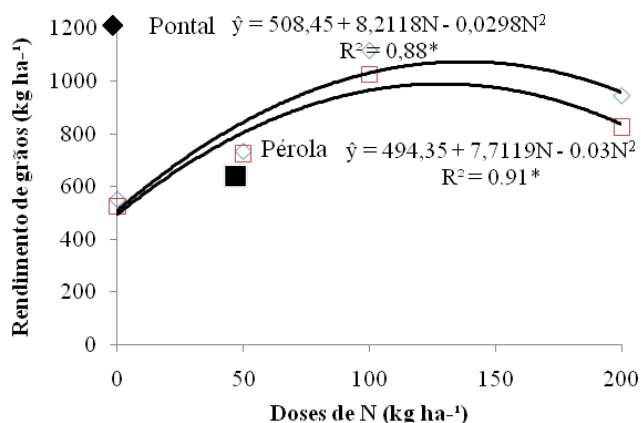


FIGURA 8. Rendimento de grãos de feijão consorciado com mamona, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A vantagem principal do consórcio é a existência de duas culturas ou mais numa mesma área, cujas produções por unidade de área são maiores que o monocultivo (VIEIRA, 2006), corroborando especialmente pelo resultado do número de vagem por planta, garantindo assim, maior retorno econômico ao produtores, concordante ao relato de TEIXEIRA et al. (2005).

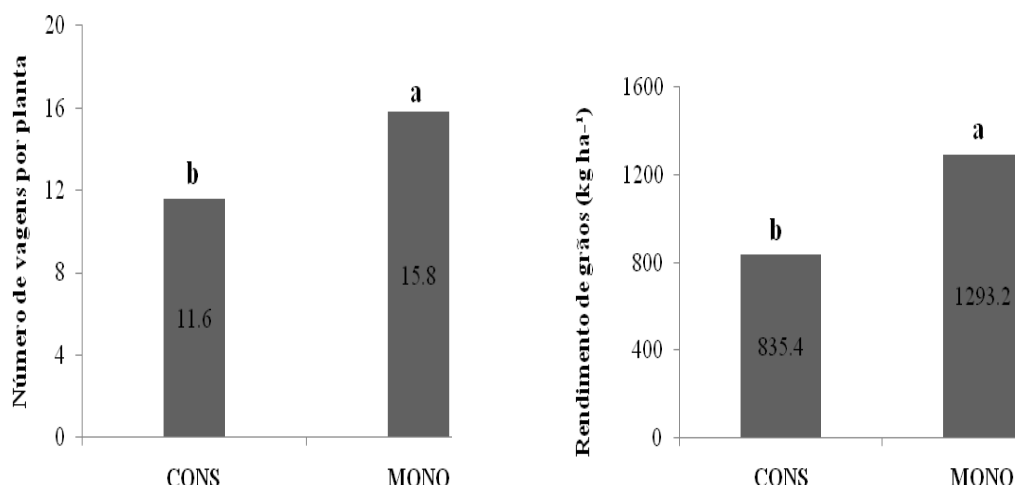


FIGURA 9. Número de grãos por vagem (a) e rendimento de grãos (b) de feijão em monocultivo e consorciado com mamona, submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

4.2.2. Mamona

A exceção do peso médio de cem sementes que foi influenciado somente pelo fator cultivar, as demais características agrônômicas de mamona consorciada com feijão demonstraram influência dos tratamentos aplicados, com efeito significativo da interação entre os fatores cultivares de mamona x doses de nitrogênio (Tabela 6.). Os C.V.s variaram de 1,6 à 16,0% demonstrando desta forma boa precisão experimental na condução do experimento, se comparado aos valores de classificação citados por PIMENTEL GOMES (1990).

TABELA 6. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) das características agrônômicas de mamona consorciadas com feijão, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. UEG, Anápolis-GO,2012.

Tratamentos	G.L.	Quadrados Médios			
		Características Agrônômicas			
		NCP	NBC	PCG	REND
Blocos	2	0,88 ^{ns}	0,063 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,54 ^{ns}
Cv. Mamona (A)	1	0,0001*	0,13 ^{ns}	0,000*	0,06* ^{ns}
Doses N (B)	3	0,011*	0,62 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,23 ^{ns}
A x B	3	0,0017*	0,0064*	0,98 ^{ns}	0,0066*
Fat. x Ad.	-	0,84 ^{ns}	0,056 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,053 ^{ns}
Resíduo	30	-	-	-	-
C.V. (%)	-	9,9	16,0	1,6	10,9

* Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

NCP – Número de cachos por planta; NBC – Número de bagas por cacho; PCG – Peso de cem grãos; REND – Rendimento de grãos (kg ha⁻¹).

A cv. Paraguaçu produziu maior número de cachos por planta em relação a cv. Energia, com valor máximo obtido - 35,6 com o emprego de 117,3 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura, enquanto para Energia o valor máximo - 26,2 foi obtido na dose de 110,5 kg ha⁻¹ (Figura 10). Este diferencial detectado entre os referidos genótipos pode ser atribuído ao potencial de crescimento da planta, a exemplo da cv. Paraguaçu, cujo porte pode atingir a até 1,6 metros (EMBRAPA, 2012), com maior ramificação dos ramos plagiotrópicos. Entretanto, na presente situação, a cultivar Paraguaçu atingiu porte de plantas de até 4,0 m (dados não mostrados), nas maiores doses de nitrogênio, com grande dificuldade para realização da colheita. Porém, tanto para Paraguaçu como Energia, houve decréscimo do número de cacho por planta, evidenciando efeito da toxicidade da adubação nitrogenada para as duas cultivares nas dosagens superiores aquelas que proporcionaram máxima produção de cachos por planta. Estes resultados são discordantes de SILVA et al. (2007), que verificaram que número de cachos por planta não foi alterado pela adubação nitrogenada em condição de monocultivo.

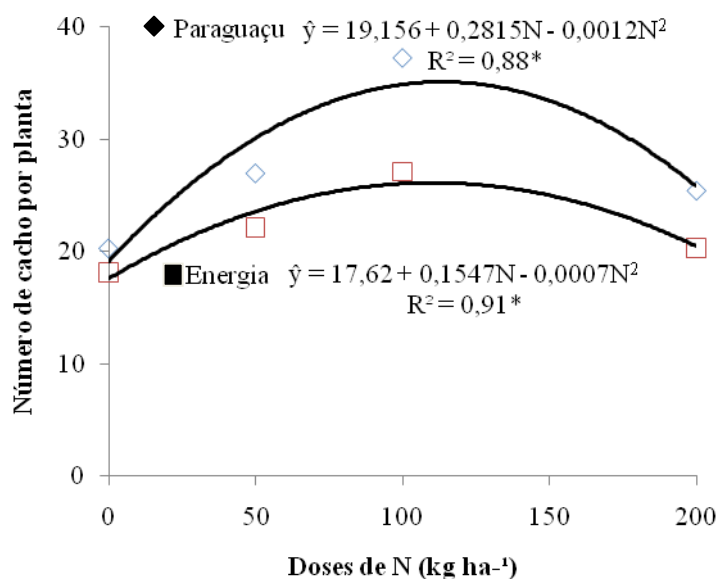


FIGURA 10. Número de cachos por planta de mamona consorciada com feijão, submetida a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Ao número de bagas por cacho foi ajustada equação de regressão com comportamento quadrático, com efeito significativo da interação dos fatores cultivares x doses de nitrogênio em cobertura. A cv. Energia produziu o máximo número de bagas por cacho - 32,8 na dose de 83,3 kg ha⁻¹, enquanto a cv. Paraguaçu apresentou menor número de bagas por cacho - 27,9 sob a dose de

103,6 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura (Figura 11a). A queda brusca evidenciada a partir das referidas doses confirma a ocorrência de toxicidade da adubação nitrogenada quando superior a 83,3 e 103,6 kg ha⁻¹, para as cultivares Energia e Paraguaçu, respectivamente. Este comportamento diferenciado das cultivares Energia e Paraguaçu é justificado pela genética da planta, em que a cultivar Energia produz cachos com maior número de bagas, porém com menor peso.

Para peso médio de cem grãos foi detectado efeito somente do fator cultivar, tendo Paraguaçu produzida sementes de maior peso (74,6g), comparativamente a Energia (43,4), independente da adubação nitrogenada (Figura 11b). A detecção desta diferença na análise estatística era esperado em virtude de ser característica intrínseca ao material, ou seja, é características genética. Os pesos médios de cem sementes verificados para as cultivares de Energia e Paraguaçu, citados acima, são próximos aos valores de literatura, que segundo EMBRAPA (2012) é de 40-53 e 71g, respectivos.

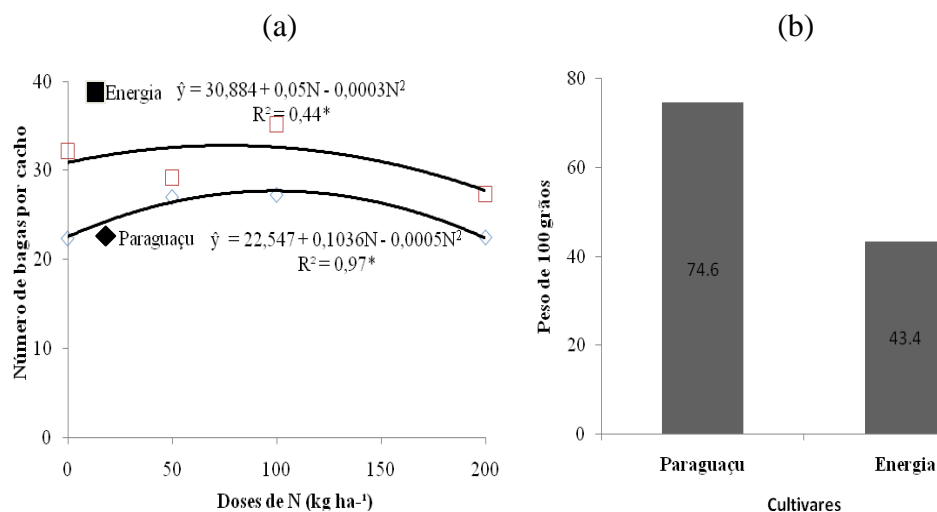


FIGURA 11. Número de bagas por cacho (a) e peso médio de 100 grãos (b) de mamona consorciada com feijão, submetida a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t e F, respectivamente.

O rendimento de mamona consorciada com feijão foi influenciada pela interação dupla cultivares x doses de nitrogênio, sendo ajustada equação de regressão com comportamento quadrático para os dois materiais genéticos usados. O maior rendimento de grãos foi obtido com a cv. Paraguaçu, que teve o ponto de máximo – 1417,9 kg ha⁻¹ sob adubação de nitrogênio de 98,5 kg ha⁻¹, comparativamente a cultivar Energia, cujo maior rendimento – 1243,5 kg ha⁻¹ foi verificado na dose de nitrogênio de 106,0 kg ha⁻¹ (Figura 12). Desta forma, pode-se dizer que acima destas doses de nitrogênio citadas acima, há decréscimos do rendimento de mamona, para os dois genótipos estudados. Em trabalho conduzidos por SEVERINO et al. (2006), a produtividade também se ajustou

à equação de segundo grau, cujo ponto de máxima foi obtido com a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, portanto próximo as dosagens aqui obtidas.

Tomando por base a produtividade média de mamona de algumas cultivares do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), que variam entre 1.500 a 2.000 kg ha⁻¹ (SAVI FILHO, 1998), observa-se na presente condição que as produtividades máximas estimadas para Paraguaçu (1417,9 kg ha⁻¹) e Energia (1243,5 kg ha⁻¹) obtidos em consorcimento com feijão, estão próximos aos patamares obtidos sob monocultivo, e na ausência de problemas de deficiência de nutrientes.

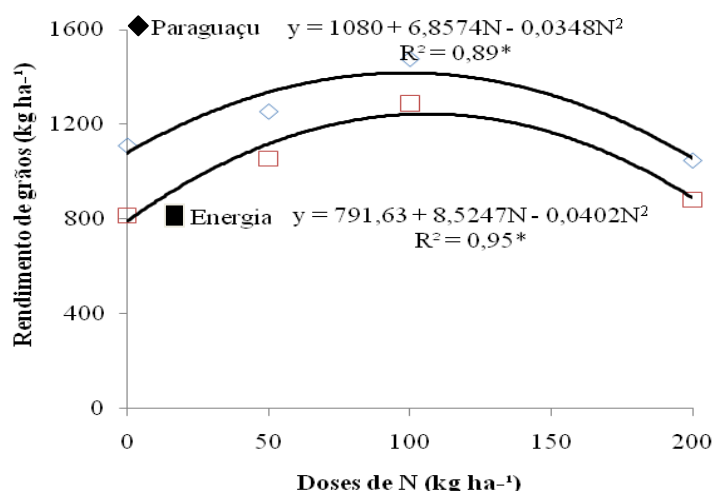


FIGURA 12. Rendimento de mamona consorciada com feijão, submetida a diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Com relação aos rendimentos médios da mamona obtidos – 1222,6 e 1010,5 kg ha⁻¹ da cv., respectivos para Paraguaçu e Energia (dados não mostrados) sob consórcio com feijão, pode-se dizer que este foi praticamente o dobro da média nacional desta oleaginosa - 644 kg ha⁻¹ da safra 2010/11 (CONAB, 2012) sob monocultivo, ou seja, a cultura tida como secundária – feijão não promoveu qualquer prejuízo à produção da mamona. Vale lembrar, que neste caso a cultura do feijão é considerada como um produto extra da atividade, conforme consideração de VIEIRA (2006), e que proporciona mais ganhos financeiros aos produtores. Ademais, pode-se dizer que a fertilização nitrogenada em cobertura, quando adicionada em dosagens adequadas, se mostrou uma ótima ferramenta de incremento de produtividade para a cultura da mamona consorciada com feijão.

5. CONCLUSÕES

1. Os teores foliares de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio e enxofre nas plantas de feijão-comum consorciadas com mamona, foram influenciados pelas doses de nitrogênio em cobertura. Por outro lado, para mamona foi verificado efeito dos tratamentos sobre os teores foliares de nitrogênio, magnésio e enxofre em consórcio com feijão-comum.

2. Não houve diferença significativa entre os sistemas de consórcio e monocultivo quanto a nutrição das plantas de feijão e mamona;

3. Os máximos rendimentos de grãos de 1074,2 e 989,9 kg ha⁻¹ para as cultivares de feijão Pontal e Pérola, foram obtidos respectivamente com as doses de 137,8 e 128,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura.

4. O maior rendimento de grãos foi obtido com a cv. Paraguaçu, que teve o ponto de máximo – 1417,9 kg ha⁻¹ sob adubação de nitrogênio de 98,5 kg ha⁻¹, comparativamente a cultivar Energia, cujo maior rendimento – 1243,5 kg ha⁻¹ foi verificado na dose de nitrogênio de 106,0 kg ha⁻¹.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.293-298, 2000.

ALMEIDA, C.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.293-298, 2000.

AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A. & ARAÚJO, G.A. de A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) às adubações nitrogenada e molíbdica. **Revista Ceres** v. 41, p. 202-16, 1994.

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; AMBROSANO, G.M.B.; BULISANI, E.A.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A.L.M.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; SORDI, G. Resposta da aplicação de micronutrientes no cultivo de feijão irrigado no inverno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2-3, p. 273-279, 1996.

ANDRADE, C.A.B.; PATRONI, S.M.S. CLEMENTE, E.; SCAPIM, C.A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, 2004.

ANDRADE, M.J.B.; MORAES, 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.

ANTONIOW, L.D. & SPRENT, J.I. Growth and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris L.* at two irradiances. I. Growth. *Annals of Botany*, London, v. 42, p. 389-97, 1978.

ARAÚJO, G.A.A. **Crescimento das plantas e conversão da energia solar em sistemas de cultivos associados e exclusivos de milho e feijão**. Viçosa, 1983. 129p. [Doutoramento – Universidade Federal de Viçosa]

ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. Relationships between grain yield and accumulation of biomass, nitrogen and phosphorus in common bean cultivars. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1977-1986, 2008.

ARAYA V., R.; VIEIRA, C.; MONTEIRO, A.A.T.; CARDOSO, A.A. e BRUNE, W. Adubação nitrogenada da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 41, p. 442-50, 1981.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C. G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.4, p. 519-527, abr., 2002.

AZEVEDO, D. M. P. de. **The influence of plant population on weed suppression in maize/ bean intercropping**. 1990. 280 p. (Ph.D Thesis) - University of East Anglia, Norwich.

AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, J.W.S.; VIEIRA, D.J.; NÓBREGA, L.B.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; PEREIRA, J.R. Efeito de população de plantas no rendimento do consórcio de mamona com culturas alimentares. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.2, n.3, p.193–202, 1998b.

AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, J.W.S.; SANTOS, J.W.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; NÓBREGA, L.B.; VIEIRA, D.J.; PEREIRA, J.R. Efeito de população de plantas no rendimento do consórcio de mamona/sorgo. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.2, n.3, p.183–192, 1998a.

AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F.; SANTOS, J.W.; BATISTA, F.A.S.; NOBREGA, L.B., VIEIRA, D.J.; PEREIRA, J.R. População de plantas no consórcio mamoneira/caupi. I. Produção e componentes da produção. **Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 13-20, 1999.

AZEVEDO, D.M.P.; SANTOS, J.W.; LIMA, E.F; BATISTA, F.A.S.; PEREIRA, J.R.; VIEIRA, D.J.; NÓBREGA, L.B.; PEREIRA, J.R. Efeito de população de plantas no consórcio mamoneira/milho. II. Eficiência Agronômica. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.5, n.1, p.255–265, 2001.

BALOTA, E. L. Alterações microbiológicas em solo cultivado sob o plantio direto. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. **Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 222-231.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.

BORKERT, C.M.; PAVAN, M.A.; BATAGLIA, O.C. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: ferro e manganês. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B.V.; ABREU, C.A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos, 2001. p.151-185.

BOTTELIER, H.P. *Ageratum houstonianum* Mill as tests object for growth substances. I. The relation between the epinastic curving for the leaf petioles and the concentration of indolacetic acid and the effect of light thereon. **Annales Bogorienses**, Bogor, v.1, p. 185-200, 1954.

BULLOCK, D.G.; ANDERSON, D. S. Evaluation of the Minolta SAPD 502chlorophyll meter for nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.21, n. 4, p. 741-755, 1998.

BURNSIDE, C.A. & BÖHNING, R.H. The effect of prolonged shading on the light saturation on curves of apparent photosynthesis un sun plants. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 32, p. 61-3, 1957.

CANDAL NETO, J.F.; VIEIRA, R.F. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em consórcio com milho (*Zea mays*), na região serrana do Espírito Santo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 1, p. 168-177, 1994.

CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E.S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. **Bragantia**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 243-259, 1958.

CARVALHO, M. A.C.; FURLANI JÚNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H.B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, n. 3, p.445-450, mai./jun., 2003.

CFSEMG - COMISSÃO E FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVARES V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5º Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, p. 311, 1999.

CHAGAS, J. M.; VIEIRA,C.; ARAÚJO, G.A. de A. & GOMES, j.,. 1995. Efeito da adubação NK sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) no inverno. In: CONGR. BRAS. CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. Resumos Expandidos, Viçosa, UFV, vol. 3, p.1291-3.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de avaliação da safra de grãos 2010/11.** 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/11_10_06_17_41_32_boletim_outubro-2011.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2012.

CORRÊA, M.L.P.; TÁVORA, F. J.A.F.; PITOMBEIRA, J.B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.37, n.2, p.200-207, 2006.

COSTA, A.S.V.; SILVA, M.B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 663-667, 2008.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; SILVA, L.M.; LEMOS, L.B. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1545-1552, 2007.

CRUZ, S.C.S.; PEREIRA, F.R.S.; SANTOS, J.R.; ALBUQUERQUE, A.W.; PEREIRA, R.G.; Adubação nitrogenada para milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, vol.12, n.1, 2008.

DIAS, D.C.F.S. et al. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão-de-vagem e quiabo. *Rev. Bras. Sem.*, Londrina, v. 20, n. 2, p. 170-175, 1998.

DINIZ, A.R.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G.; LIMA, S.F.; LUNKES, J.A. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (cobertura e semeadura) e de molibdênio foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO, 5, Goiânia, 14/18 out. 1996. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAP, 1996. p.73-75.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Produtos:** mamona. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/index.html>> Acesso em: 12 fev. 2012b.

FAGERIA, N.K.; Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n.1, p.6-16, jan./abr., 1998.

FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B. adubação fosfatada para o feijoeiro em solo de várzea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.124-127, 1998.

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

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L. Percentagem de recuperação de nitrogênio pelo milho, para diferentes doses e parcelamentos do fertilizante nitrogenado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 285-296, 2007.

HOPPE, J.M.; GENRO, C.J.M.; VARGAS, C.O.; FLORIANO, E.P.; REIS, E.R.; FORTES, F.O.; MULLER, I.; CALEGARI, L.; DACOSTA, L.P.E.; Produção de sementes e mudas florestais. Série cadernos didáticos. Santa-Maria-RS. nº1, 2ª edição, p. 123-130, 2004.

JANKIEWICS, L.C.; SZPUNAR, H.; BARANSKA, R.; RUMFLOWA,R.; FIUTOWSKA,K. The use of auxin to widwn crotch angles in young apple trees. **Acta Agrobotanica**, Varsóvia, v. 10, p. 151-9, 1961.

KNECHT, G. N. & O'LEARY, J. W. T he effect of light intensity on stomatal and density of *Phaseolus vulgaris* leaves. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 133, p. 132-4, 1972.

KRONKA, A.Z.; OSUNA, J.T.A.; KRONKA, S.N. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 273, p. 543-553, 2000.

KUMAR, S. Effect of planting pattern and fertilizer management on castor (*Ricinus communis*) - based intercropping system **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v. 47, n.3, p.355-360, 2002.

LANGE, A.; MARTINES, A.M.; SILVA, M.A.C.; SORREANO, M.C.M.; CABRAL, C.P.; MALAVLOTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p.61-67, 2005.

LEIKE, K. & VON GUTTENBERG, H. Über die Bedeutung des Auxins für die epinastische Bewegung plagiotroper Seitensprosse. **Die Naturwiss**, Berlin, v. 48, p. 604-5, 1961.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; ALBUQUERQUE, R.C.; BELTRÃO, N.E.M.; SAMPAIO, L.R. Casca e torta de mamona avaliados em vasos com fertilizantes orgânicos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 102-106, 2008.

LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; FREITAS, J.G.; MELGES, E.; BELTRÃO, N.E.M. Análise de crescimento e conversão da energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 29 n. 266, p. 586-606, 1982.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed., Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed., San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Estado de Minas Gerais, 1999. p.143-168.

MELHORANÇA, A.L.; STAUT, L.A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 65p.

MILTHORPE, F.L. & MOORBY, J. **An introduction to crop physiology**. London, Cambridge University Press, p. 202, 1974.

MONTEZANO, E.M.; PEIL, R.M.N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129-132, 2006.

MORAES, J. F. V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 261-301.

NAKAGAWA, J.; LEVORATO, E.; BOARETTO, A.E. Efeito de doses crescentes de termofosfato na presença e ausência de micronutrientes em dois cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.). **Cientifica**, Piracicaba, v. 14, n.1, p. 55-64, 1986.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A.M.L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar Campinas. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 28, v. 2, p. 323-337, 1971.

NETA SILVA, I.C.; NOBRE, D.A.C.; DAVID, A.M.S.S.; GONÇALVES, N.P. **Avaliação do potencial fisiológico de diferentes cultivares de mamona, produzidas no norte de minas gerais**. X Fórum de ensino. Montes Claros. 2010.

OLIVEIRA, S.A. Análise foliar. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds). **Cerrado**; correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 245-256.

OLIVEIRA, R.L.; MUNIZ, J.A.; ANDRADE, M.J.B.; REIS, R.L. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.113-119, 2009.

PALMER, J.H. Roles of ethylene and indol-3y 1-acetic acid in petiole epinasty in *Helianthus annuus* and the modifying influence of gibberelic acid. **Journal of Experimental Botany**, London, v 23, p. 733-43, 1972.

PALMER, J.H. & PHILLIPS, I.D.J. The effect of the terminal bud indolacetic acid, and nitrogen supply on the growth and orientation of the petiolet of *Helianthus annuus*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 16, p. 572-84, 1963.

PHILLIPS, I.D.J. Apical dominance. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 26, p. 341-67, 1975.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13^o Ed. São Paulo: Nobel, 1990. 467 p.

RAMALHO, M.AP.; OLIVEIRA, A.C. de & GARCIA, J.C. 1983. Recomendações para o planejamento e análise de experimentos com as culturas de milho e feijão consorciadas. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 74p. (Documentos,2). 2004.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANE, A.M.C. *Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico/IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

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, v. 30, n. 5, p. 639-647, 1995.

RICHART, A.; PESSOA, A.C.S.; LUCHESE, E.B.; CAVALLET, L.E.; KUHN, O.J. Produtividade do feijoeiro “FT Nobre” em resposta ao manejo da adubação nitrogenada e à adubação foliar com molibdênio. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2, Caxambu, 11/16 out. 1998. **Resumos**. Caxambu: Universidade Federal de Lavras, 1998. p.478.

RYLE, G. J.A. Effects of light intensity on reproduction in S48-timothy (*Phleum pratense L.*). **Nature**, London, v. 19 p. 196-7, 1961.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L. Influencia do arranjo de plantas e da época de semeadura sobre as características agrônômicas do milho e feijoeiro consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 10, p. 1173-1181, 1993.

SANTOS, A. C. M.; FERREIRA, G. B.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis*): descrição do efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD.

SAVI FILHO, A. Mamona. In: FAHL, J.I.; CAMARGO, M.B.P.; PIZZINATTO, M.A.; BETTI, J.A.; MELO, A.M.T.; DEMARIA, I.C.; FURLANI, A.N.C. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6.ed. Campinas: IAC, 1998, 396p. (Boletim técnico, 200).

SEPLAN - SECRETÁRIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DE GOIÁS. **Coordenadas geográficas dos municípios**. Disponível em: <<http://portalsepin.seplan.go.gov.br>> Acesso em: 18 jul. 2009.

SEVERINO, L.S.; FERREIRA, G.B.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T.M.S.; CARDOSO, G.D.; VIRIATO, J.R.; BELTRÃO, N.E.R. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 879-882, 2006b.

SEVERINO, L.S.; FERREIRA, G.B.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T.M.S.; FREIRE, W.S.A.; CASTRO, D.A.; CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E.R. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutriente e micronutriente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 563-568, 2006a.

SILVA, C.C. da. **Influência de sistemas agrícolas em características do solo e na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura**. 1998. 116p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SILVA, E.A.M. **Development anatomy of *Phaseolus vulgaris* L. “Bush Blue Lake 209” with special consideration of light influence on leaf development.** Raleigh, 1979. 72p. [M.Sc. – North Carolina State University]

SILVA, T.R.B.; LEITE, V.E.; SILVA, A.R.B.; VIANA, L.H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1357-1359, 2007.

SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 259-266, 2006.

SOUZA, E.A.; NEPTUNE, A.M.L. Resposta da cultura de *Ricinus communis* L. à adubação e calagem. **Cientifica**, Piracicaba, v. 4, n. 2, p. 274-281, 1976.

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de semente. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Ed.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas.** São Paulo: Ícone, 1994. p.65-98.

TÁVORA, F.J.A.F.; MELO, F.I.O.; SILVA, F.P.; BARBOSA FILHO, M. Consorciação da mamona com culturas anuais de ciclo curto. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 19, n. 2, p. 85-94, 1988.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G.A.A.; FONTES, R.L.F. Manganese and zinc leaf application on common bean grown on a 'cerrado' soil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 77-81, 2004.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A.; SILVA, A.G.; KIKUTI, H. Fontes e doses de zinco no feijoeiro cultivado em diferentes épocas de semeadura. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 255-259, 2008.

TEIXEIRA, I.R.; MOTA, J.H.; SILVA, A.G. Consórcio de hortálicas. **Semina - Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 507-514, 2005.

TRENBATH, B. R. Plant interactions in mixed crop communities. In: PAPENDICK, R. I.; SANCHEZ, P. A.; TRIPLETT, G. B. (Ed). **Multiple cropping.** Madison: American Society of Agronomy, 1976. p. 129- 169. (Special publication, 27).

- THUNG, M. D. T.; OLIVEIRA, I. P. de. **Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 172 p.
- URBEN FILHO, G.; CARDOSO, A.A.; VIEIRA, C.; FONTES, L.A.N. & VICTORIA, R.L. Variação do nitrogênio nativo e do proveniente do fertilizante, em terra roxa estruturada, durante o desenvolvimento de uma cultura do feijão. **Revista Brás. Ci. Solo** v. 8 p. 223-7, 1984.
- VIEIRA, C. & GOMES, F.R. Ensaio de adubação química do feijoeiro. **Revista Ceres** v. 11, p. 253-64, 1961.
- VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2 ed., Viçosa: UFV, 2006. p. 493-528.
- VIEIRA, C.; PAULA, J. T. J. de. BORÉM, A. **Feijão: Aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa: UFV, 1998. p.126-128.
- VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. Características botânicas e fisiológicas da semente. In: VIEIRA, E.H.N. & RAVA, C.A. (eds.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2000. p.25-38.
- WAHUA, T.A.T. & MILLER, D.A. Effects of shading of the N₂ fixation, yield and plant composition of field-grown soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, p. 387-92, 1978.
- YAMAGUCHI, J. Respiration and the growth efficiency in relation to crop productivity. **Journal of the Faculty of Agriculture of the Hokkaido University**, Sapporo, 59:59-129, 1978.
- ZARATE, N.A.H.; VIEIRA, M.C.; HELMICH, M.; CHIQUITO, E.G.; QUEVEDO, L.F.; SOARES, E.M. Produção e renda bruta da cultura do taro, em cultivo solteiro e consorciado com as culturas da salsa e do coentro. **Acta Scientiarum - Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 83-89, 2007.