

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 CONSORCIADO FEIJÃO COMUM E MAMONA,
NA REGIÃO DO CERRADO

Rafael Batista Ferreira

Anápolis-GO
Julho 2013

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA
NO SISTEMA CONSORCIADO FEIJÃO COMUM E MAMONA,
NA REGIÃO DO CERRADO**

RAFAEL BATISTA FERREIRA

Orientador: Professor Dr. Itamar Rosa Teixeira

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

Anápolis-GO
Julho 2013

Ferreira, Rafael Batista.

Manejo da adubação nitrogenada em cobertura no sistema consorciado feijão comum e mamona, na região do Cerrado/ Rafael Batista Ferreira. - 2013.

66 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, 2006. Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas. Mestrado Stricto Sensu em Engenharia Agrícola, 2013.

Bibliografia.

1. *Phaseolus vulgaris* L. 2. *Ricinus communis* L. 3. Consorciamento. 4. Nutrição. 5. Nitrogênio. I. Título.

MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO SISTEMA
CONSORCIADO FEIJÃO COMUM E MAMONA, NA REGIÃO DO CERRADO

Por

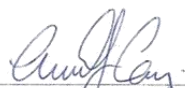
Rafael Batista Ferreira

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

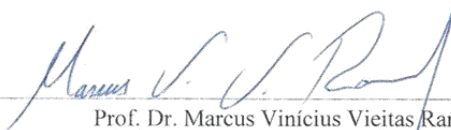
Aprovado em 24 / 07 / 2013



Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira
Orientador
UEG/UnUCET



Prof. Dr. André José de Campos
Membro
UEG/UnUCET



Prof. Dr. Marcus Vinicius Vieitas Ramos
Membro
IFG GOIANO/CAMPUS URUTAÍ

A minha esposa por todo seu amor e companheirismo

Dedico !

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida, saúde, família e perseverança, e por ter alcançado os meus objetivos;

A Universidade Estadual de Goiás por possibilitar a realização desse curso;

Muito especialmente, desejo agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira, pela disponibilidade, atenção dispensada, paciência, dedicação e profissionalismo;

Aos funcionários da Universidade Estadual de Goiás, em especial a Eliete, Waldeir, Higor e João Ulisses;

Aos meus colegas de mestrado, pelos momentos de entusiasmo partilhados em conjunto;

Aos meus familiares, em particular, aos meus pais e aos meus sogros;

A minha esposa, Fabiane Ribeiro, pelo incentivo, compreensão e encorajamento, durante todo este período;

A todos os demais que colaboraram na execução deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT	XI
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Informações gerais	3
2.2. Caracterização botânica, fisiológica e morfológica de feijão comum e mamona.....	5
2.3. Potencial do emprego do consorciamento de feijão comum e mamona.....	7
2.4. Importância da adubação nitrogenada	9
2.4.1. Adubação nitrogenada no feijoeiro.....	10
2.4.2. Adubação nitrogenada na mamoneira	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Caracterização da área	13
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	14
3.3. Descrição das parcelas, implantação e condução	14
3.4. Características avaliadas	16
3.4.1. Aspectos nutricionais.....	16
3.4.2. Aspectos agronômicos	16
3.4.3. Uso eficiente da terra (UET).....	17
3.5. Análise estatística dos dados.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. Características nutricionais das plantas de feijão-comum e mamona.....	19
4.2. Características agronômicas das plantas de feijão-comum e mamona	32
4.3. Uso eficiente da terra (UET).....	42
CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Resumo da análise de variância conjunta (Quadrados Médios) dos teores foliares de nutrientes no feijoeiro consorciado com mamona e monocultivo	20
TABELA 2. Valores médios dos teores foliares de nutrientes no feijoeiro consorciado com mamona e monocultivo, submetidos a formas de parcelamento da adubação nitrogenada	22
TABELA 3. Valores médios dos teores foliares de N no feijoeiro consorciado com mamona oriundo da interação safras de cultivo x parcelamento de N.....	23
TABELA 4. Valores médios dos teores foliares de K, Ca, S e Cu no feijoeiro consorciado com mamona oriundo da interação cultivares de feijão x parcelamento de N.....	24
TABELA 5. Resumo da análise de variância conjunta (Quadrados Médios) dos teores foliares de nutrientes na mamoneira consorciada com feijão e monocultivo.....	27
TABELA 6. Valores médios dos teores foliares de nutrientes na mamoneira consorciado com feijão e monocultivo, submetidos à formas de parcelamento da adubação nitrogenada. UEG, Anápolis, 2013.....	29
TABELA 7. Valores médios dos teores foliares de K, Mg, S, B e Fe na mamoneira consorciada com feijão oriundo da interação cultivares de mamona x parcelamento de N.....	31
TABELA 8. Resumo da análise de variância conjunta (Quadrados Médios) das características agrônomicas número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de cem grãos (PCG), produtividade (PROD) e altura de plantas (ALT) do feijoeiro consorciado com mamona e monocultivo	33
TABELA 9. Valores médios do número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de cem grãos (PCG), produtividade (PROD) e altura de plantas (ALT) do feijoeiro sob consórcio com mamona e monocultivo, em função de safra de cultivo, cultivares e forma de parcelamento de N.....	35
TABELA 10. Valores médios de produtividade (PROD) do feijoeiro sob consórcio com mamona e monocultivo, em função da interação safra x parcelamento de N	35
TABELA 11. Valores médios de peso de cem grãos (PCG) do feijoeiro sob consórcio com mamona e monocultivo, em função da interação cultivar de feijão x parcelamento de N.....	36
TABELA 12. Resumo da análise de variância conjunta (Quadrados Médios) das características agrônomicas número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemos (NFR), peso de cem grãos (PCG), produtividade (PROD) e altura de plantas (ALT) da mamoneira consorciada com feijão e monocultivo	38
TABELA 13. Valores médios do número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemos (NFR), peso de cem grãos (PCG) e produtividade (PROD) da mamoneira sob	

consórcio com feijão e monocultivo, em função de safra cultivo, cultivares de mamona e forma de parcelamento de N..... 39

TABELA 14. Valores médios do número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemo (NRP), peso de cem grãos (PCG) e altura (ALT) da mamoneira sob consórcio com feijão, em função da interação ano de cultivo x cultivar de mamona 40

TABELA 15. Valores médios do número de racemos por planta (NRP), peso de cem grãos (PCG) e altura (ALT) da mamoneira sob consórcio (feijão/mamona), oriundos da interação entre os fatores cultivar de mamona e parcelamento de N 41

TABELA 16. Relação entre produtividade do feijão em consórcio e em monocultivo (F_c/F_m) e da relação entre produtividade da mamona em consórcio e em monocultivo (M_c/M_m) e do uso eficiente da terra (UET) 43

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Dados diários climáticos referentes à precipitação em milímetros (mm), temperatura máxima (Temp. máx.) e mínima (Temp. mín.) em graus Celsius (° C) ocorridos durante o ciclo das plantas consortes/monocultivos de feijão e mamona em Anápolis-GO no período compreendido entre dezembro de 2009 a agosto de 2011..... 13
- FIGURA 2.** Esquema ilustrativo das parcelas sob consórcio mamona (*Ricinus communis* L.) + feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) na entrelinha (a) e do monocultivo de mamona (b) e feijão comum (c)..... 15

RESUMO

Ferreira, R.B. **Manejo da adubação nitrogenada em cobertura no sistema consorciado feijão comum e mamona, na região do Cerrado**. 2013. 66p. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás – UEG/UnUCET.

Objetivou-se com este estudo avaliar a forma de parcelamento de N em cobertura para cultivares de feijão e mamona sob consórcio em dois anos de cultivo. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2 \times 6 + 4$ tratamentos adicionais, com 3 repetições. Os tratamentos foram compostos dois anos de cultivo (2009/10 e 2010/11), duas cultivares de feijão (BRS Pontal e BRS Pérola), duas cultivares de mamona (BRS Energia e BRS Paraguaçu), combinadas com seis formas de parcelamento de N em cobertura: sem aplicação; 100 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 dias após a emergência (DAE); 100 kg ha⁻¹ aplicados aos 35 DAE; 30 e 70 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 e 35 DAE, respectivamente; 70 e 30 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 e 35 DAE, respectivamente; 50 e 50 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 e 35 DAE, respectivamente. Os tratamentos adicionais foram compostos do monocultivo das 4 cultivares. Avaliou-se o uso eficiente da terra (UET); os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn para ambas as culturas; e as seguintes características agronômicas: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos, produtividade e altura de plantas para o feijoeiro; e número de racemos por planta, número de frutos por racemos, peso de cem grãos, produtividade e altura de plantas para a mamoneira. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando pertinente realizou-se o teste de comparação de médias Scott-Knott (5%). O cultivo na safra 2009/10, usando o nitrogênio de cobertura 30:70 kg ha⁻¹, acarretou maiores teores foliares de P, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn; além das características agronômicas encontradas para as duas culturas sob consórcio. Em consórcio, a cultivar Pérola e a cultivar Energia obtiveram maiores teores de nutrientes para o feijoeiro e para a mamoneira, respectivamente. Para as duas culturas os teores de nutrientes foram maiores no monocultivo do que no consórcio. Exceto a altura, o feijoeiro em monocultivo apresentou maiores valores das características agronômicas em relação ao consórcio. Não houve influência do tipo de sistema de cultivo nas características agronômicas da mamoneira. O uso da terra no consórcio é mais eficiente que no monocultivo (UET= 1,64).

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., *Ricinus communis* L., Associação de culturas, Nutrição, Nitrogênio.

ABSTRACT

Management of nitrogen topdressing in intercropping system of castor bean and common bean, in the Cerrado region

This study aimed to assess the form of installments of N for different cultivars of common bean and castor intercropping in two years of cultivation. Experimental design used was of randomized complete block in $2 \times 2 \times 2 \times 6 + 4$ factorial scheme a additional six treatments, with four replications. The treatments consisted of two crop seasons (2009/10 and 2010/11), two cultivars of bean (BRS Pontal and BRS Pérola), two castor bean cultivars (BRS Energia and BRS Paraguaçu), combined with six forms of fertilization N of cover: without application; 100 kg ha^{-1} applied at 25 days after emergence (DAE); 100 kg ha^{-1} at 35 DAE; 30 and 70 kg ha^{-1} applied at 25 and 35 DAE, respectively; 70 and 30 kg ha^{-1} applied at 25 and 35 DAE, respectively; 50 and 50 kg ha^{-1} applied at 25 and 35 DAE, respectively. The additional treatments were composed of four cultivars in monoculture. Were evaluated the efficient use of soil (EUS); the foliar concentrations of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn for both crops; and the following agronomic characteristics: number of pods per plant, number of seeds per pod, hundred grain weight, yield and plant height for the common bean; and number of racemes per plant, number of fruits per raceme, hundred grain weight, yield and plant height for the castor. Data were subjected to analysis of variance and where appropriate was carried out the test of comparison of means Scott-Knott (5%). The crop in 2009/10 using nitrogen coverage 30:70 kg ha^{-1} , caused higher concentrations of P, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn; beyond agronomic characteristics found for both crops under intercropping. In intercropping, the Pérola and Energia cultivars presented higher levels of nutrients for the common bean and castor respectively. For both crops the nutrient contents were higher in monoculture than in the intercropping. Except height, common bean monoculture showed higher values of agronomic traits in relation to the intercropping. There was no influence of cropping system on the agronomic characteristics of castor. The soil use in the intercropping is more efficient than in monoculture (EUS= 1,64).

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., *Ricinus communis* L., intercropping, Nutrition, Nitrogen.

1 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é de grande importância na economia brasileira tanto por questões sociais, relacionadas com seu papel na alimentação humana, por ser uma alternativa de exploração econômica para propriedades rurais, e por ainda demandar mão-de-obra menos qualificada (VIEIRA, 2006). Porém, sua base produtiva encontra-se na pequena propriedade rural, onde é cultivado predominantemente em sistema de monocultivo.

Com o lançamento do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), em 2004, o governo brasileiro, induziu mudanças de paradigmas da agricultura familiar incentivando o cultivo de oleaginosas como a mamona (*Ricinus communis* L.). Porém, esta espécie apresenta ciclo longo e espaçamento entre linha relativamente grande, gerando problemas com plantas daninhas e desestruturação do solo pelo menor taxa de cobertura vegetal obtida, o que pode ser amenizado pelo cultivo intercalar de culturas de outras espécies (TEIXEIRA et al., 2011).

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 apresentam diferenças entre as suas exigências quanto aos recursos disponíveis, seja em qualidade, quantidade e época de demanda (JESSEN et al., 2010). Para ser atingido o êxito do consórcio é necessário o conhecimento da fisiologia de produção das culturas consortes, obtido por meio de suas repostas físicas, químicas e biológicas ao gerenciamento do manejo.

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, 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 elementos minerais essenciais o nitrogênio é o que com mais frequência limita o crescimento e desenvolvimento das culturas, isto ocorre devido às plantas requererem

quantidades relativamente grandes desse elemento. Além disso, a maioria dos solos não tem nitrogênio suficientemente disponível para sustentar os níveis de desenvolvimento desejados (BELOW, 2002). Tem sido habitual a recomendação do parcelamento da adubação nitrogenada com o intuito de aumentar a eficiência do N ou para prevenir as possíveis perdas por volatilização e, sobretudo, por lixiviação (KLUTHCOUSKI et al., 2009).

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. Dessa forma este trabalho teve por objetivo avaliar a forma de parcelamento de N em cobertura para diferentes cultivares de feijão e mamona sob consórcio em dois anos de cultivo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Informações gerais

O feijão comum representa um dos alimentos mais importantes da dieta alimentar humana, principalmente nos países em desenvolvimento, por ser uma fonte barata de proteínas, ferro, cálcio, zinco, vitaminas do complexo B, carboidratos, fibras e lisina. Desta forma há um grande interesse agrônômico no mundo pela a cultura do feijão comum (MESQUITA et al., 2007; ANGIOI et al., 2010).

Na última safra, 2011/12 foram produzidas no Brasil 2,9 milhões de toneladas de feijão em uma área cultivada de 3,3 milhões de hectares com produtividade de 895 kg ha⁻¹ envolvendo a média das três safras (CONAB, 2013). Paraná, Minas Gerais e São Paulo são os maiores produtores nacionais, contudo, os maiores patamares de produtividade são obtidos no Distrito Federal e Goiás. O feijão comum pode ser cultivado no Brasil em três épocas distintas de semeadura: feijão de 1ª época ou “feijão das águas” ou cultivo de primavera-verão; feijão de 2ª época ou “feijão da seca” ou cultivo de verão-outono; e o feijão de 3ª época ou “feijão de inverno” ou cultivo de outono-inverno. Os cultivos do feijão de 1ª e 2ª épocas correspondem a mais de 80% da produção nacional (RICHETTI et al., 2011).

O Brasil é também o maior consumidor de feijão comum, com um consumo *per capita*, em 2011, de cerca de 17 kg⁻¹ hab⁻¹ ano⁻¹. Entretanto, na década de 70, era de 25 kg⁻¹ hab⁻¹ ano⁻¹ (BORÉM e CARNEIRO, 2006). As possíveis causas do menor consumo de feijão nas últimas décadas foram o êxodo rural, com alterações dos padrões de consumo da população, e a redução do preço de outras fontes protéicas, como a carne de frango. Ainda assim, o feijão é um dos alimentos mais tradicional na alimentação brasileira, cultivado por pequenos e grandes produtores, em diversos sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras (WANDER, 2007).

Esta leguminosa é de grande importância na economia brasileira tanto por questões sociais, relacionadas com seu papel na alimentação humana, por ser uma alternativa de exploração econômica para propriedades rurais, inclusive as pequenas, e por ser uma alternativa que ocupa a mão-de-obra menos qualificada (VIEIRA, 2006).

Na safra 2011/12 a área plantada de mamona no Brasil foi de 128,2 mil hectares, com rendimento médio de 193 quilos por hectare e produção de 24,8 mil toneladas. A estimativa

de área plantada para a safra 2012/2013 é de 104,7 mil hectares, com rendimento médio de 602 quilos por hectare e produção de 63,1 mil toneladas. Portanto, a safra de 2011/2012, em relação à safra de 2012/2013 apresenta variação positiva quanto ao rendimento médio e produção de aproximadamente 211% e 154%, respectivamente (CONAB, 2013). Nordeste é a maior região produtora do Brasil, sendo responsável por cerca de 95% da produção nacional (IBGE, 2013).

Em comparação às décadas passadas, a produção de mamona hoje no Brasil apresenta uma brusca queda, como por exemplo, a safra de 1978/79 em que foi produzido aproximadamente 346 mil toneladas (CONAB, 2011). Contribuíram para esta queda a desorganização do mercado interno, tanto para o produtor como para o consumidor final, os baixos preços pagos ao produtor agrícola e as reduzidas ofertas de crédito e assistência técnica (MENDES, 2005). O Brasil ocupa a terceira posição entre os países produtores da cultura da mamona, suplantado por Índia e China, ocupando a posição de pequeno exportador de óleo e seus derivados (RAMOS et al., 2006). Apesar de ser o terceiro principal produtor mundial de óleo de mamona, o Brasil também importa para suprir a demanda interna. Em 1993 e 1997, a importação superou as 23 mil toneladas anuais. Esse período coincidiu com a redução da produção nacional que, combinado com a baixa cotação do dólar ante o real, favoreceu as importações. O Brasil já foi o maior exportador de óleo de mamona no final dos anos 70 e início dos anos 80, porém em 2004 exportou apenas 824 toneladas. A Índia é o principal país exportador. Sua exportação atingiu em 2004 cerca de 240 mil toneladas (DESER, 2007).

O preço de venda da mamona é definido a cada dia pelo mercado, podendo ser influenciado pela produção mundial, pela cotação do dólar (já que a maior parte do óleo é exportada) e por condições locais, como distância até a indústria e impostos. Historicamente, esse preço varia muito, pois a demanda por parte das indústrias é praticamente constante, e quando ocorre um déficit na produção o preço sobe muito, por outro lado quando a produção é um pouco maior, o preço cai acentuadamente. Para diminuir esse risco, o Governo Federal, através da CONAB, estipula um preço mínimo de comercialização para garantir ao menos os custos de produção do agricultor (EMBRAPA, 2013b).

Holanda (2006) considera que a mamona representa a possibilidade de fixação do homem no campo pela expressiva criação de empregos, com a possibilidade de criação de mais de um milhão de empregos, num cenário positivo de 6% de participação da agricultura familiar no mercado do biodiesel em que a cada emprego criado no campo, três são criados na cidade.

2.2. Caracterização botânica, fisiológica e morfológica de feijão comum e mamona

De acordo com Souza e Lorenzi (2012) o feijão comum é pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), e género *Phaseolus*. O género *Phaseolus* engloba, aproximadamente, 55 espécies das quais, apenas cinco, são cultivadas. A espécie *P. vulgaris*, vulgarmente designada por feijão comum, é a mais difundida e consumida em diversos países (PROLLA, 2006). Trata-se de uma espécie anual, de metabolismo fotossintético C3, diplóide ($2n=2x=22$) e autógama, com taxa de fecundação cruzada estimada entre 3% e 5% (BURLE et al., 2010). É uma planta herbácea, trepadeira ou rasteira, levemente pubescente, cujo ciclo de vida varia de aproximadamente 65 a 120 dias, dependendo da cultivar e das condições da época de cultivo, podendo apresentar quatro tipos de hábito de crescimento, sendo um tipo chamado determinado e os outros três definidos como indeterminados. Possui vagens retas ou ligeiramente curvas, achatadas ou arredondadas, com bico reto ou curvado, em geral com 9 a 12 cm de comprimento, e com 3 a 7 sementes (PROLLA, 2006).

O feijoeiro possui uma raiz principal da qual se desenvolvem, lateralmente, raízes secundárias, terciárias, etc. Concentra-se na base do caule, quase na superfície do solo e as raízes laterais apresentam nódulos colonizados por bactérias fixadoras de nitrogênio. Essa espécie possui um sistema radicular delicado, com sua maior parte concentrada na camada de até 20 cm de profundidade (KLUTHCOUSKI et al., 2009). Apresenta dois tipos de folhas: as folhas primárias (primeiras folhas da planta, na fase de plântula) e as demais folhas, denominadas trifolioladas porque são constituídas de três folíolos. As flores do feijoeiro não são isoladas, isto é, estão sempre agrupadas em duas, três ou mais, e são compostas por um pedúnculo (pequena haste) que sustenta os botões florais, formando a inflorescência floral (EMBRAPA, 2013a).

A grande variabilidade apresentada pelas características externas da semente tem sido usada para diferenciar e classificar cultivares de feijão em alguns grupos ou tipos distintos, com base na cor e no tamanho das sementes: Mulatinho, Preto, Manteigão, e outros (EMBRAPA, 2013a), sendo o primeiro onde está incluído os materiais do tipo Carioca, base principal da alimentação do brasileiro.

Souza e Lorenzi (2012) apresentam a seguinte classificação para mamona: Ordem Malpighiales; Família Euphorbiaceae; Subfamília Euphorbioideae; Tribo Crotonae; Género Ricinus e Espécie *Ricinus communis* L. A espécie apresenta morfologia e fisiologia complexas, de crescimento dicotômico, polimórfica, e de metabolismo fotossintético C3,

ineficiente, com elevada taxa de fotorespiração e heliófila. Há uma grande variação na cor da folhagem e do caule, e na coloração e teor de óleo da semente. Possuem na sua organogênese 12 fases ou estádios de desenvolvimento, dependendo da duração de cada uma, da cultivar e das condições ambientais (BATISTA 1996; BELTRÃO et al., 2001).

Coelho et al. (2010) relata que por ser uma planta de crescimento indeterminado, do tipo simpodial, a mamona possui uma das mais complexas morfologias entre as plantas cultivadas, desse modo, as cultivares são por vezes muito distintas entre si. Possui sistema radicular pivotante e fistoloso podendo atingir profundidades superiores a três metros, se não houver impedimentos físicos; as raízes laterais são bem desenvolvidas e situam-se a poucos centímetros da superfície do solo (CARVALHO, 2005). De acordo com Souza (2007) acredita-se que as raízes deixadas no solo após a colheita podem contribuir com a melhoria das propriedades físicas, por formarem galerias que favorecem a aeração e a infiltração de água no solo.

O caule é cilíndrico, fistoloso, espesso com aspecto nodoso e pode alcançar até 30 cm de diâmetro na base (BELTRÃO et al., 2001; RODRIGUES et al., 2002). As folhas medem de 15 a 30 cm, mas podem alcançar 40 ou até 60 centímetros no maior comprimento. A coloração tanto da folha como do pecíolo acompanha, em geral a do caule, variando do verde ao roxo ou vermelho escura com nervuras em tom mais claro (BELTRÃO et al., 2001).

É uma planta monóica, e assim sua inflorescência contém flores femininas na parte superior e masculinas, na inferior. A flor masculina, cerca de 70% do total de flores, contém um grande número de estames e a feminina possui um ovário com três lóculos, em cada um dos quais se desenvolve uma semente (FORNAZIERI JUNIOR et al., 1999; BELTRÃO et al., 2001)

As sementes germinam lentamente, são brilhantes e possuem formato oblongo, ovóide ou arredondado, de tamanho grande médio ou pequeno, cerca de 0,5 a 1,5 cm de comprimento, podendo ter colorações muito variadas, existindo sementes pretas, brancas, cinzas, e marrons com mosqueados característicos (CAMPOS e CANÉCHIO FILHO, 1987). Constitui-se de tegumento, carúncula, embrião e endosperma, onde está presente o óleo (SOUZA, 2007). Seu fruto é uma cápsula lisa ou com espinhos. São verdes ou vermelhos com colorações intermediárias, assumindo tom amarronzado quando maduros (FORNAZIERI JUNIOR et al., 1999; BELTRÃO et al., 2001).

2.3. Potencial do emprego do consorciamento de feijão comum e mamona

Atualmente a pesquisa tem-se preocupado em gerar tecnologia que possibilite 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, uma das tecnologias disponíveis que pode auxiliar na execução dessa filosofia de trabalho é a consorciação de culturas (VIEIRA et al., 1998).

O consórcio entre culturas é definido como sistema de cultivo de duas ou mais culturas, com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, exploradas concomitantemente, no mesmo terreno. Estas não são necessariamente semeadas ao mesmo tempo, mas convivem durante grande parte de seus períodos de desenvolvimento, forçando uma interação entre elas (PINTO et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2005).

Este sistema de cultivo é importante para pequenos e médios agricultores, pois, possibilita, quase sempre, produção superior à exploração solteira das culturas. Além disso, ocorre a possibilidade de produção diversificada de alimentos em uma mesma área, melhora a cobertura vegetal do solo e reduz os riscos de insucesso com a implantação de apenas uma cultura (MARIA e RAMOS, 2009; KLUTHCOUSKI et al., 1988). Entretanto, a vantagem efetiva de um consórcio em relação à 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).

O feijão-comum é o preferido nos consórcios culturais devido ser de ciclo vegetativo curto e pouco competitivo, além de ser semeado em diferentes épocas. É uma cultura relativamente tolerante à competição movida pela planta consorte, é um dos alimentos básicos do povo brasileiro e seu preço geralmente alcança bons níveis no mercado. No que diz respeito ao feijão-comum em consorciamento, a maioria dos trabalhos dizem respeito a sua associação com milho (SANGOI e ALMEIDA, 1993; CANDAL NETO e VIEIRA, 1994; RAPOSO et al., 1995; KRONKA et al., 2000; ANDRADE et al., 2001; FLESCHE, 2002; COSTA e SILVA, 2008), sendo comumente comprovada a eficiência dos consorciamentos em relação aos monocultivos.

A mamoneira, pelo seu ciclo vegetativo, pela sua altura e por sua arquitetura de planta, permite que se realize consorciação com culturas alimentícias e, por isso, diversos trabalhos a

respeito do manejo das espécies consorciadas envolvendo a cultura da mamona com culturas alimentícias são cada vez mais frequentes (AZEVEDO et al., 1997; BELTRÃO et al., 2006; CORRÊIA et al., 2006; LIMA et al., 2008; PINTO et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2012). Levando em consideração o consórcio entre feijão e mamona, o mais recomendado envolve a mamona com feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e/ou feijão-comum, dependendo da região de cultivo (BELTRÃO et al., 2006).

Pouco se sabe sobre a influência 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,b; SILVA et al., 2007; LIMA et al., 2008) e do feijão-comum (AMBROSANO et al., 1996; FAGERIA E SANTOS, 1998; ANDRADE et al., 2004; SORATTO et al., 2006; CRUCIOL et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2008; ARAÚJO e TEIXEIRA, 2008) à adubação com os mais diversos nutrientes, em misturas ou adicionados individualmente.

Quanto ao desempenho do consórcio, de um modo geral, este sistema de cultivo é de difícil avaliação se comparado estatisticamente com o cultivo solteiro, já que as diferenças no rendimento obtido em consórcio e o cultivo solteiro são resultantes de inúmeros fatores como densidade e arranjo de plantas e todas as interações entre as culturas do sistema consorciado (SOARES et al., 2001). Nestas interações está inclusa a competição interespecífica pelos fatores de crescimento e outros fenômenos característicos de algumas culturas, capazes de provocar danos ou benefícios de uma cultura sobre outra. Exemplos dessas interações são os efeitos alelopáticos ou o aproveitamento do nitrogênio pela outra cultura (TÁVORA, 1982).

O indicador utilizado nas pesquisas com maior frequência para tais comparações de sistemas têm sido o índice de “Uso eficiente da terra” (UET). Este índice representa a área relativa de terra, em cultivo solteiro, necessária para ter os mesmos rendimentos que o cultivo consorciado (WILLEY e OSIRU, 1972; MEAD e RILEY, 1981). É calculado levando em consideração a produtividade em monocultivo e em consórcio das culturas utilizadas. Para que o UET seja válido, é necessário observar que as produções dos cultivos solteiros devem ser obtidas com as populações ótimas de plantas para esse sistema cultural e, o nível de manejo deve ser o mesmo para a o cultivo solteiro e para a associação cultural (VIEIRA, 2006).

2.4. Importância da adubação nitrogenada

Uma das principais tecnologias usadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas é a adubação, embora tenha alto custo e possa aumentar o risco do investimento agrícola (SOFIATTI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2009). Para Malavolta (2006), uma adubação devidamente quantificada acarreta um aumento na produtividade das culturas, favorecendo os processos de crescimento, desenvolvimento, floração e frutificação. Há atualmente 17 nutrientes considerados essenciais que são: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, cloro, ferro, manganês, molibdênio, níquel, e zinco (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

Dentre os elementos minerais essenciais o nitrogênio (N) é o que com mais frequência limita o desenvolvimento, a produtividade e a biomassa da maioria das culturas (LOPES et al., 2004). Isto ocorre devido às plantas requerem quantidades relativamente grandes desse elemento. Além disso, a maioria dos solos não tem nitrogênio suficientemente disponível para sustentar os níveis de desenvolvimento desejados (BELOW, 2002).

Este macronutriente primário torna-se essencial para as plantas, por influenciar a maioria dos processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, formação de proteínas, aminoácidos, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila, dentre outros compostos importantes no metabolismo das plantas (MALAVOLTA et al., 1997). A ausência de nitrogênio retarda o crescimento inicial da planta por impossibilitar a incorporação de carbono. À medida que a planta cresce, falta nitrogênio para construir maior quantidade de clorofila, maior quantidade de rubisco e até mesmo limita a regeneração da rubisco existente (VALE et al., 2004; EPSTEIN e BLOOM, 2006; SOUZA et al., 2010).

O N, que pode ser disponibilizado às plantas e que define o potencial produtivo das culturas, provém do ar atmosférico, no caso da maioria das leguminosas, da matéria orgânica do solo, da reciclagem dos resíduos de culturas anteriores e dos fertilizantes nitrogenados de origem mineral e orgânica (KLUTHCOUSKI et al., 2009). Porém, de acordo com Souza et al. (2010) o nitrogênio do fertilizante não aproveitado, além do prejuízo econômico, pode causar dano ambiental se perdido para as camadas mais profundas do solo. Uma forma de se evitar tais prejuízos seria o parcelamento da adubação e a utilização de doses adequadas para a cultura. Assim, tem sido habitual a recomendação do parcelamento da adubação nitrogenada com o intuito de aumentar a eficiência do N ou para prevenir as possíveis perdas por

volatilização e, sobretudo, por lixiviação (KLUTHCOUSKI et al., 2009). Potafos (1998) acrescenta, que o nitrogênio é um dos elementos mais frequentemente associado com o manejo inadequado e poluição ambiental, em razão dos fertilizantes nitrogenados serem altamente solúveis e, quando aplicados ao solo, se não forem utilizados pelas culturas, são convertidos em nitratos, ficando sujeito à perda por erosão, lixiviação e desnitrificação.

2.4.1. Adubação nitrogenada no feijoeiro

No feijoeiro, dentre os nutrientes o N é absorvido e exportado da área em maiores quantidades; além disso, é o elemento que juntamente com o P tem apresentado as maiores respostas em produção, quando fornecido ao solo através da adubação (SÁ e BUZZETI, 1994). Basicamente, as fontes de N disponíveis para a cultura são os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica do nitrogênio realizada por bactérias do gênero *Rhizobium* (BARBOSA e GONZAGA, 2012).

A produtividade atual da cultura do feijão anual ainda se acha muito aquém do potencial da cultura, que é superior a 4.500 kg ha⁻¹ (CUNHA et al., 2005). Dentre as causas da baixa produtividade da cultura no país, é apontada a falta de utilização de sementes de boa qualidade, o uso de espaçamento e densidade inadequados, a alta suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças, associado a falta de adubação adequada (SÁ e BUZZETI, 1994).

O feijoeiro é uma das únicas leguminosas ineficiente na fixação biológica de N, muito devido ao frágil sistema radicular, que cessa seu crescimento no final do desenvolvimento vegetativo (KLUTHCOUSKI et al., 2009). Dessa forma, recomenda-se para o feijoeiro a aplicação de N em cobertura aos 15 a 30 DAE das plântulas. Em solos arenosos, no período das águas ou em lavouras irrigadas, doses de N maiores que 60 kg ha⁻¹ podem ser parceladas em duas vezes, aplicando-se a última até, no máximo, 40 dias após a emergência (BARBOSA e GONZAGA, 2012). A adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro pode ser utilizada com o objetivo de aumentar a produtividade e, ainda, como alternativa para elevar o teor proteico dos grãos colhidos (SÁ e BUZZETI, 1994).

As recomendações de adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do feijoeiro, dizem respeito somente a condição de monocultivo, em que as dosagens variam de 20 a 60 kg ha⁻¹ de N, aplicadas entre 20 a 30 dias após emergência, de acordo com o nível tecnológico adotado e produtividade esperada (CHAGAS et al., 1999). Uma planta de feijão bem nutrida

deve apresentar em suas folhas, por ocasião do florescimento pleno, teores de N variando de 3,0-3,5 dag kg⁻¹ (MARTINEZ et al., 1999).

2.4.2. Adubação nitrogenada na mamoneira

A ricinocultura (prática de cultivo da mamoneira) é uma atividade em que o adubo deve ser fornecido adequadamente para produção satisfatória das plantas devido à exportação de nutrientes e por apresentar crescimento relativamente rápido. Apesar da grande importância da cultura para o desenvolvimento socioeconômico do país, o conhecimento científico sobre o uso de fertilizantes em solos e o manejo adequado da adubação para essa cultura é incipiente e carece de aperfeiçoamento e adaptação a diferentes regiões (SEVERINO et al., 2005; FERRO et al., 2008). Em geral, pode-se dizer que estudos sobre adubação de mamoneira foram retomados recentemente (SEVERINO et al., 2006a,b; FERRO et al., 2008; SOFIATTI et al., 2008; NOGUEIRA et al., 2010), quando a cultura foi incluída como a principal opção para produção de biodiesel. Ademais, estas informações são geradas para a condição de monocultivo.

A aplicação correta de nitrogênio no cultivo da mamona é de extrema importância. Em solos deficientes de nutrientes, a adubação correta aumenta a produtividade (SOUZA et al., 2010; QUEIROZ et al., 2006). A mamoneira é considerada uma planta que exaure o solo. Para cada 2.000 kg ha⁻¹ de baga produzida, são exportados da área de cultivo cerca de 80 kg ha⁻¹ de N. No entanto teores foliares de N chegam a 41,3 g kg⁻¹ aos 64 dias da germinação/emergência e 156 kg ha⁻¹ aos 133 dias. É comum se encontrar na torta de mamona 45 a 46 g kg⁻¹ desse nutriente, teor considerado muito alto (CANNECCHIO FILHO e FREIRE, 1958; NAKAGAWA e NEPTUNE, 1971; VAN RAIJ et al., 1996).

Para Weiss (1983), em uma produção de 1.700 kg ha⁻¹ de sementes, estima-se que a mamoneira extraia do solo o equivalente a 50 kg ha⁻¹ de N, sem contar as quantidades absorvidas para compor outras estruturas como raízes, caules, cascas e folhas. A adubação mineral com nitrogênio promove mudança na expressão sexual da mamoneira, favorecendo o aumento de produtividade. Ademais, a grande diversidade de materiais genéticos de mamona (ciclo, cor e porte) e de ambiente de cultivo, influencia no seu crescimento e desenvolvimento, o que exige mais critério no manejo da adubação nitrogenada (COELHO et al., 2010).

Na literatura a recomendação da adubação nitrogenada em cobertura para o monocultivo é de 40 kg ha⁻¹ de N, adicionada entre 40 a 50 dias após emergência da cultura (CFSEMG, 1999). Os teores adequados de N nas folhagens da mamona durante o florescimento são de 4,0-5,0 dag kg⁻¹.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área

Os experimentos foram conduzidos em dois anos agrícolas, 2009/10 e 2010/11, no período compreendido entre os meses de dezembro a agosto dos referidos anos, na Estação Experimental da Emater em Anápolis-GO. As coordenadas geográficas da área são: 17°43'19" latitude Sul e 48°09'35" longitude Oeste. A altitude média 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). As médias mensais climáticas referentes à precipitação pluvial e temperatura (máxima e mínima) ocorrida nos dois anos de cultivo podem ser vistas abaixo (Figura 1).

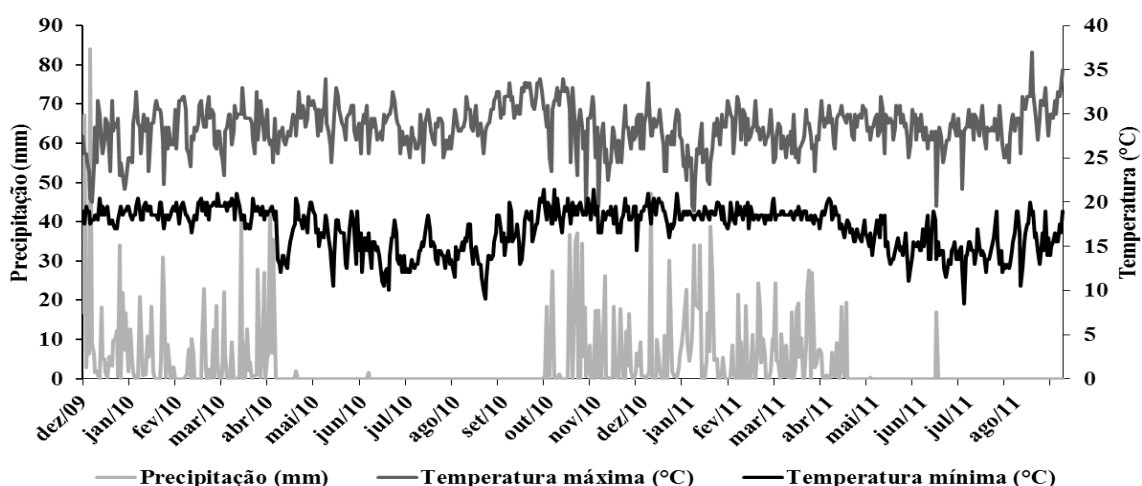


FIGURA 1. Dados diários climáticos referentes à precipitação em milímetros (mm), temperatura máxima (Temp. máx.) e mínima (Temp. mín.) em graus Celsius (° C) ocorridos durante o ciclo das plantas consortes/monocultivos de feijão e mamona em Anápolis-GO no período compreendido entre dezembro de 2009 a agosto de 2011.

Fonte: Secretaria de Ciências e Tecnologia do Estado de Goiás (2013).

Na safra 2009/10 foram coletadas amostras de solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, distrófico na camada de 0-20 cm e enviadas ao laboratório para análise químico-física, cujos resultados foram: pH (H₂O) – 6,1; P (mehlich) – 5,14 mg kg⁻¹; K (mehlich) – 0,58 mg kg⁻¹; Ca + Mg - 3,5 cmol_c kg⁻¹; Al - 0,0 cmol_c kg⁻¹; H+Al – 2,6 cmol_c kg⁻¹; CTC_{pH 7,0} – 6,68 cmol_c kg⁻¹; V – 62%; matéria orgânica – 21,7 g dm⁻³; areia 275 g kg⁻¹; silte 176 g kg⁻¹ e argila 549 g kg⁻¹. O experimento da safra 2010/11 foi implantado na mesma

área do ano anterior, cujos resultados da análise químico-física foram: pH (H₂O) – 5,9; P (mehlich) – 5,1 mg kg⁻¹; K (mehlich) – 0,58 mg kg⁻¹; Ca + Mg - 3,5 cmol_c kg⁻¹; Al - 0,0 cmol_c kg⁻¹; H+Al – 2,5 cmol_c kg⁻¹; CTC_{pH 7,0} – 6,67 cmol_c kg⁻¹; V – 61%; matéria orgânica – 22,7 g dm⁻³; areia - 315 g kg⁻¹; silte – 153 g kg⁻¹ e argila 532 g kg⁻¹.

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

Empregou-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2 x 6 + 4 tratamentos adicionais, com três repetições. Os tratamentos foram compostos dois anos de cultivo (2009/10 e 2010/11), duas cultivares de feijão (BRS Pontal e BRS Pérola), duas cultivares de mamona (BRS Energia e BRS Paraguaçu), combinadas com seis formas de parcelamento de adubação nitrogenada de cobertura: sem aplicação (testemunha); 100 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 dias após a emergência (DAE); 100 kg ha⁻¹ aplicados aos 35 DAE; 30 e 70 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 e 35 DAE, respectivamente; 70 e 30 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 e 35 DAE, respectivamente; 50 e 50 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 e 35 DAE, respectivamente. Os tratamentos adicionais foram compostos do plantio das cultivares das duas cultivares de feijão e de mamona em monocultivo, usando dosagem de 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura em dose única aos 35 DAE tendo como fonte a ureia, conforme sugestão de literatura para ambas as culturas (CFSEMG, 1999; CHAGAS et al., 1999) no referido sistema.

3.3. Descrição das parcelas, implantação e condução

As parcelas de mamona sob consórcio foram constituídas de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 3,0 m, cujo espaço foi ocupado por quatro linhas de feijão espaçadas entre si por 0,5 m. As parcelas de mamona sob monocultivo foram constituídas de quatro fileiras de 5,0 m, com espaçamento de 3,0 m, enquanto as parcelas de feijão foram formadas por quatro fileiras espaçadas de 0,5 m. Tanto no sistema de consórcio como de monocultivo, foram tomadas as duas linhas centrais de cada parcela como área útil (Figura 2).

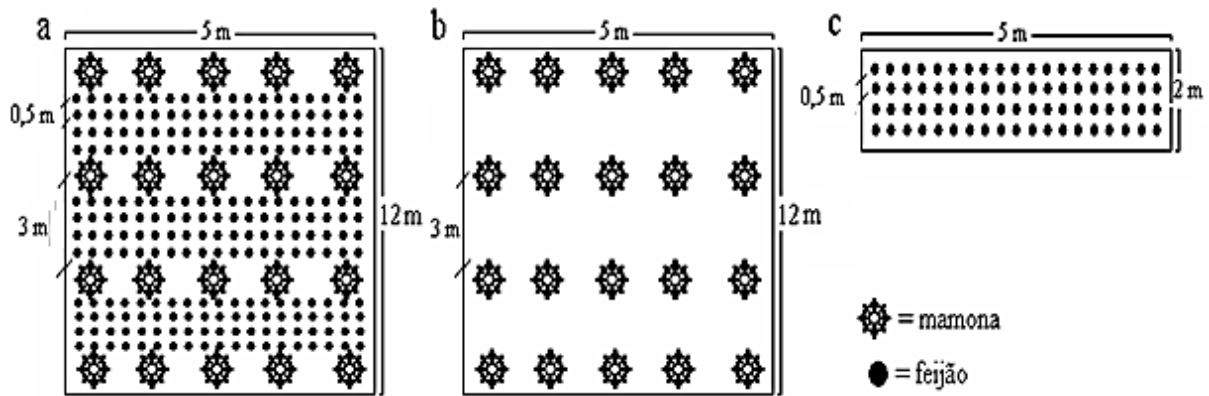


FIGURA 2. Esquema ilustrativo das parcelas sob consórcio mamona (*Ricinus communis* L.) + feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) na entrelinha (a) e do monocultivo de mamona (b) e feijão comum (c).

O preparo do solo foi realizado de modo convencional, com uma aração e duas gradagens. A calagem foi dispensada em função do baixo nível de ácido trocável e pela boa disponibilidade de Ca e Mg. A semeadura de mamona e feijão foi feita simultaneamente e manualmente dentro dos sulcos das linhas. Semeou 25% a mais de sementes, e em 10 DAE foi efetuado o desbaste das plantas com o objetivo de atingir densidade de mamona e feijão de 1 e 12 plantas por metro linear, respectivamente. Aos 25 e 35 DAE foram efetuadas as adubações de cobertura com ureia de acordo com as dosagens estudadas, em filete contínuo ao longo das linhas de plantio tanto na mamona quanto no feijão.

A cultivar de mamona BRS Energia tem porte médio, em torno de 1,40m, ciclo entre 120 e 150 dias, caule verde com cera, cachos cônicos com tamanho médio de 60cm, frutos verdes com cera e indeiscentes. As sementes pesam entre 0,40g e 0,53g com cor marrom ou bege, contendo 48% de óleo. A produtividade média experimental foi de 1.500 kg.ha⁻¹. O descascamento de suas sementes se faz preferencialmente com a utilização de máquinas. Já a cultivar BRS Paraguaçu, possui porte médio, com altura média de 1,6m, caule de coloração roxa e coberto de cera, racemo oval, frutos semi-deiscentes e semente grande, de cor preta, pesando aproximadamente 0,71g e contendo 48% de óleo. A floração inicia-se aproximadamente aos 50 dias após a emergência. Essa cultivar foi desenvolvida para plantio em região semi-árida e para uso na agricultura familiar, com plantio e colheita manual (parcelada), ciclo longo (até 250 dias se houver disponibilidade de água) e boa tolerância à seca. Tem susceptibilidade moderada ao mofo cinzento. Em condições normais, com

fertilidade do solo mediana, altitude superior a 300m, tratos culturais adequados e pelo menos 500 mm de chuva pode produzir 1.500 kg ha⁻¹ de sementes a cada ano (EMBRAPA, 2007).

Quanto ao feijão, a cultivar Pérola possui tipo comercial de grãos carioca, porte semiereto e ciclo normal (85-95 dias). Possui resistência à ferrugem, ao mosaico comum e a uma raça de antracnose. Apresenta também resistência intermediária (a doença ataca, mas sem grandes perdas de produção) à murcha do fusarium e à mancha angular. Já a cultivar BRS Pontal possui grão tipo carioca; peso médio de 100 sementes de 26 g; porte semi-prostrado; ciclo normal; resistente à antracnose e ao mosaico-comum e reação intermediária à ferrugem e ao crestamento bacteriano (EMBRAPA, 2005).

Na adubação de semeadura empregou-se o formulado 05-25-15 + 0,3% Zn na dose de 400 kg ha⁻¹ para ambas as culturas nos dois anos de cultivo. Durante o ciclo das culturas realizou-se controle de plantas daninhas em pós-emergência com o herbicida fomesafen+fluazifop-p-butyl na dose de 1,0 L ha⁻¹, aos 20 e 30 DAE. Por ano de cultivo, foram efetuadas duas aplicações do fungicida procymidone na dose de 1,0 Kg ha⁻¹ para o controle de mofo-cinzento (*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 dose de 50 ml ha⁻¹.

3.4. Características avaliadas

3.4.1. Aspectos nutricionais

Por ocasião do pleno florescimento das culturas envolvidas no estudo foram realizadas coletas, aleatoriamente, de 10 folhas (4ª folha a partir do ápice) e 20 trifólios (3ª folha a partir do ápice) de mamona e feijão-comum, respectivamente, na área útil de cada parcela. Posteriormente, os materiais foram analisados quanto aos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

3.4.2. Aspectos agronômicos

Na maturação dos grãos, as plantas do feijoeiro de cada aérea útil da unidade experimental foram medidas com uma fita graduada (precisão de 1 mm) para a aferição da

altura média de plantas (ALT). Logo em seguida as vagens foram colhidas para avaliação dos componentes primários (número de vagens por plantas - NVP, número de grãos por vagem - NGV e peso de cem grãos- PCG) e da produtividade de grãos (PROD). A determinação da ALT e dos componentes do rendimento (NVP, NGV e PCG) foi realizada tomando-se 10 plantas colhidas na área útil das parcelas. Para a determinação da PROD tomaram-se todas as plantas da área útil da parcela, e depois da trilha efetuou-se a correção da umidade dos grãos para 12%, e posteriormente, os valores foram extrapolados para quilogramas por hectare.

Para as plantas de mamoneira quantificou-se a altura de plantas (ALT), os componentes do rendimento número de racemos por planta -NRP, número de frutos por racemo - NFR e peso de cem grãos - PCG e a produtividade de grãos (PROD). Na maturação dos grãos de mamona, foram medidas as mamoneiras da área útil de cada parcela com o uso de uma haste graduada de precisão de 1 cm. Os componentes do rendimento foram estimados tomando-se materiais provenientes de quatro plantas da área útil por parcela. Quantificou-se o número médio de racemos por planta e em seguida realizou-se a debulha para a obtenção NFR. O PCG de mamona foi realizado de forma análoga ao de feijão. Ao final os racemos de todas as plantas da área útil foram coletadas para a aferição da produtividade com frutos a 7% de umidade.

3.4.3. Uso eficiente da terra (UET)

O UET foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$UET = F_C/F_M + M_C/M_M \quad (1)$$

em que:

F_C = rendimento do feijão consorciado;

F_M = Rendimento do feijão em monocultivo;

M_C = Rendimento da mamona consorciada;

M_M = Rendimento da mamona em monocultivo.

O consórcio será eficiente quando o UET for superior a 1,0 e prejudicial à produção quando inferior a 1,0.

3.5. Análise estatística dos dados

Os dados nutricionais e agronômicos obtidos foram inicialmente submetidos à análise de variância individual. Quando pertinente realizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias obtidas. Posteriormente, para a análise do sistema de cultivo, avaliou-se a análise de variância conjunta das variáveis comuns aos dois experimentos baseado em Banzatto e Kronka (1989). Todas as análises estatísticas foram realizadas através do software SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características nutricionais das plantas de feijão-comum e mamona

Pelos resultados na análise de variância conjunta dos experimentos (Tabela 1) pode-se verificar que o ano de cultivo influenciou significativamente os teores foliares dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg, S e dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn em plantas de feijão consorciado com mamona. Os teores foliares de N, P, Ca, Mg, S e Cu diferenciaram com a cultivar de feijão testada em consórcio com mamona. As cultivares de mamona utilizadas em consórcio não influenciaram os teores foliares acumulados nos feijoeiros. Com exceção de Fe, o tipo de parcelamento de N sob consórcio influenciou significativamente os demais teores foliares de nutrientes no feijoeiro. A interação ano x parcelamento de N influenciou significativamente somente o teor foliar de N em feijão consorciado com mamona. Já a interação entre os fatores cultivar de feijão e a forma de parcelamento de N (feijão x parcelamento de N) foi responsável por influenciar os teores foliares de K, Ca, S e Cu, consorciado com mamona. As demais interações sob consórcio analisadas não foram influenciadas pelos tratamentos. Com relação aos tratamentos adicionais referentes aos monocultivo; com exceção do Ca, Mg, S e Zn; todos os demais teores foliares de nutrientes no feijoeiro mostraram-se influenciados pelos tratamentos testados. Quanto à precisão experimental pode-se verificar que os valores de coeficiente de variação das características nutricionais do feijoeiro sob consórcio com mamona estão dentro do limite considerado como adequado (< 30%), conforme Pimentel Gomes (1990), a exceção do teor de S.

TABELA 1. Resumo da análise de variância conjunta (Quadrados Médios) dos teores foliares de nutrientes no feijoeiro consorciado com mamona e monocultivo

FV	GL	QM										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco d. ano de cultivo	4	0,281*	0,0158*	0,222*	0,074	0,067*	0,002	88,694	2,550*	364,227*	14,715	105,146
Ano de cultivo (A)	1	2,110*	0,066*	1,865*	0,578*	0,167*	0,030*	294,694	1,868*	638,404*	706,674*	1122,250*
Cultivar de feijão (F)	1	0,428*	0,023*	0,013	0,871*	0,038*	0,038*	17,361	2,778*	34,028	142,007	156,250
Cultivar de mamona (M)	1	0,051	0,001	0,082	0,096	0,097	0,004	140,250	0,604	57,634	98,674	64,694
Parcelamento de N (P)	5	22,459*	0,056*	0,281*	0,626*	0,183*	0,185*	804,044*	21,384*	88,229	1028,007*	737,100*
A x F	1	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,250	0,003	0,871	1,562	7,111
A x M	1	0,032	0,001	0,202	0,120	0,011	0,002	14,694	0,023	10,134	0,840	106,778
A x P	5	1,252*	0,003	0,100	0,002	<0,001	<0,001	1,444	0,021	2,703	4,840	3,183
F x M	1	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	20,250	<0,001	0,267	7,563	1,778
F x P	5	0,031	0,002	0,595*	0,520*	0,007	0,019*	88,911	0,727*	39,142	162,974	69,817
M x P	5	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	16,533	0,005	0,408	5,240	11,294
A x F x M	1	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,250	0,001	4,623	0,007	1,361
A x F x P	5	0,074	0,001	0,021	0,002	<0,001	<0,001	5,667	0,005	1,243	4,596	3,778
A x M x P	5	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	2,511	0,002	0,508	2,674	1,078
F x M x P	5	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	9,667	0,001	0,194	0,196	15,178
A x F x M x P	5	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	2,200	<0,001	1,243	3,907	0,661
Resíduo médio	92	0,062	0,003	0,056	0,025	0,004	0,003	108,035	0,198	41,676	92,495	89,011
Tratamento adicional	-	5,327*	0,072*	0,281*	0,005	0,025	0,002	534,758*	9,236*	752,894*	916,483*	155,327
CV (%)	-	7,45	15,26	8,53	5,62	17,05	35,39	10,63	6,19	4,38	4,31	23,69

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

<0,001-Valor menor que 0,001.

Com relação ao ano de cultivo observou-se que em 2009/10 (Tabela 2), a exceção de B, os teores foliares dos demais nutrientes analisados foram maiores do que os encontrados em 2010/11, o que se deve ao fator “diluição” (MALAVOLTA et al., 1997), pois no segundo experimento a maior disponibilidade hídrica (Figura 1) certamente contribuiu para as maiores taxas de crescimento e desenvolvimento das plantas, fazendo com que os nutrientes ficassem diluídos nos diferentes órgãos das plantas, especialmente nas folhas.

A cultivar Pérola em relação à Pontal apresentou menores teores de N, P, Ca, Mg e Cu em suas folhas quando consorciado com mamona, o que se deve ao fator diluição devido ao seu maior crescimento e desenvolvimento, concordante com afirmações de Malavolta et al. (1997). O contrário foi observado para o teor foliar de S. Em relação ao parcelamento de N pode-se observar que para K, Ca, Mg, B, e Mn o parcelamento usando 30 e 70 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 e 35 DAE, respectivamente ocasionou maiores teores foliares no feijoeiro sob consórcio, enquanto esta mesma dosagem e o uso de 50 e 50 kg ha⁻¹ geraram maiores médias de teores foliares de P, S, Cu e Zn. As formas de parcelamento com emprego de 70 e 30 kg ha⁻¹ proporcionou maior teor foliar de Fe, enquanto o emprego de 100 e 0 kg ha⁻¹ e de 0 e 100 kg ha⁻¹ proporcionou maior teor foliar de N no feijoeiro comum. A não aplicação de N em cobertura resultou nas menores médias de teores foliares dos nutrientes estudados para o feijoeiro.

Os teores foliares de nutrientes acumulados nas folhas dos feijoeiros não foram influenciados significativamente pelas cultivares de mamona Energia e Paraguaçu em consorciamento. Este comportamento provavelmente é justificado pelo alto porte dos materiais promovendo competição semelhante sobre os feijoeiros pelos fatores limitantes do meio, especialmente os nutrientes disponíveis e a luminosidade (LARCHER, 2004).

TABELA 2. Valores médios dos teores foliares de nutrientes no feijoeiro consorciado com mamona e monocultivo, submetidos a formas de parcelamento da adubação nitrogenada

Ano de cultivo	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
2009/10	3,45A*	0,41A	2,90A	2,88A	0,40A	0,18A	99,2A	7,3A	149,4A	225,5A	42,6A
2010/11	3,22B	0,36B	2,67B	2,76B	0,32B	0,15B	96,4A	7,1B	145,2B	221,0B	37,0B
Cultivares de feijão	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Pontal	3,39A	0,40A	2,79A	2,90A	0,37A	0,13B	97,5A	7,3A	147,8A	224,2A	40,1A
Pérola	3,28B	0,37B	2,78A	2,74B	0,34B	0,18A	98,2A	7,1B	146,8A	222,3A	38,8A
Parcelamento N (kg ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Testemunha	1,64E	0,34B	2,81B	2,79B	0,28D	0,10C	91,0C	6,2C	145,1B	214,7C	33,0B
100:0	4,18A	0,34B	2,67B	2,78B	0,29D	0,09C	92,6C	6,5C	146,3B	221,1B	37,0B
0:100	4,12A	0,37B	2,74B	2,78B	0,30D	0,09C	98,8B	6,4C	145,7B	221,2B	37,0B
30:70	3,19C	0,45A	2,98A	3,15A	0,50A	0,28A	107,3A	8,4A	149,6A	234,4A	48,8A
70:30	3,91B	0,37B	2,77B	2,77B	0,35C	0,15B	97,7B	7,6B	149,3A	222,4B	39,8B
50:50	2,98D	0,44A	2,73B	2,69B	0,41B	0,26A	99,5B	8,1A	148,0A	225,7B	43,5A
Média geral consórcio	3,14b**	0,29b	2,82a	2,75a	0,33a	0,14a	75,75b	5,9b	130,62b	158,68b	37,89a
Média geral monocultivo	3,34 a	0,39a	2,52b	2,82a	0,36a	0,16a	97,82a	7,2a	147,32a	223,25a	39,76a

*Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

** Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O teor foliar de N oriundos da interação ano x parcelamento de N para o feijoeiro em consórcio com mamona é apresentado na tabela 3. Observa-se que em 2009/10 o teor foliar de N foi maior ao encontrado em 2010/11 para as formas de parcelamento de N em cobertura com doses de 100:0 e 0:100 kg ha⁻¹, com médias de 4,62 dag kg⁻¹ e 4,49 dag kg⁻¹, respectivamente. Já em 2010/11 a forma de aplicação de N, 70:30 kg ha⁻¹, propiciou maior teor foliar de N com média de 3,97 dag kg⁻¹. A não aplicação nitrogenada em cobertura - testemunha - resultou em menores teores foliares de N.

TABELA 3. Valores médios dos teores foliares de N no feijoeiro consorciado com mamona oriundo da interação safras de cultivo x parcelamento de N

Ano de cultivo	Teor de N (dag kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg ha ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
2009/10	1,61Ad	4,62Aa	4,49Aa	3,13Ac	3,85Ab	3,03Ac
2010/11	1,67Ae	3,73Bb	3,74Bb	3,24Ac	3,97Aa	2,94Ad

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não se diferenciam entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores médios dos teores foliares de K, Ca, S e Cu encontrados no feijoeiro sob consórcio, oriundos da interação entre os fatores cultivar de feijão x parcelamento de N são apresentados na Tabela 4. Observa-se que para o nutriente K nos tratamentos 0:100 e 70:30 kg ha⁻¹ de N não houve diferença dos teores foliares nas cultivares de feijão testada. Na testemunha e o emprego de 100:0 kg ha⁻¹ de N foram encontrados os maiores teores foliar de K na cultivar Pontal quando comparada com a Pérola. O tratamento 50:50 kg ha⁻¹ de N a proporcionou maior teor foliar de N na cultivar Pérola do que a cultivar Pontal, com médias de 3,01 dag kg⁻¹ e 2,44 dag kg⁻¹, respectivamente.

Na cultivar Pontal o teor foliar de K foi menor quando o N foi aplicado no parcelamento na dose 50:50 kg ha⁻¹. Na cultivar Pérola as formas de parcelamento que promoveram maiores teores foliares de K foram a 30:70 e 50:50 kg ha⁻¹ de N. Em relação ao nutriente Ca, somente com aplicação de 50:50 kg ha⁻¹ de N houve diferença dos teores foliares nas cultivares, em que a cultivar Pérola proporcionou maior teor foliar do que a cultivar Pontal, com médias de 3,07 dag kg⁻¹ e 2,32 dag kg⁻¹, respectivamente. Na cultivar Pontal o maior valor médio encontrado de teor foliar de Ca foi no tratamento 30:70 (3,09 dag kg⁻¹) e o menor em 50:50 kg ha⁻¹ de N (2,32 dag kg⁻¹), enquanto na cultivar Pérola a forma de parcelamento 30:70 kg ha⁻¹ de N proporcionou maior média de teor foliar de Ca (3,21 dag kg⁻¹). Quando avaliado o teor foliar de S em função da interação cultivar de feijão x

parcelamento de N, observou-se que a cultivar Pontal apresentou maiores valores quando comparada com a Pérola nos parcelamentos 30:70, 70:30 e 50:50 kg ha⁻¹ de N com médias de 0,33 dag kg⁻¹; 0,19 dag kg⁻¹ e 0,30 dag kg⁻¹, respectivamente. Para o teor foliar de Cu, notou-se que somente a forma de parcelamento 100:0 kg ha⁻¹ de N ocasionou valores diferentes entre as cultivares de feijão Pontal e Pérola com médias de 6,1 mg kg⁻¹ e 7,0 mg kg⁻¹, respectivamente. Ambas as cultivares apresentaram maiores teor foliar de Cu quando o N em cobertura foi parcelado da forma 30:70 e 50:50 (Tabela 4).

TABELA 4. Valores médios dos teores foliares de K, Ca, S e Cu no feijoeiro consorciado com mamona oriundo da interação cultivares de feijão x parcelamento de N

Cultivares de feijão	K (dag kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg kg ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Pontal	2,93Aa	2,81Aa	2,75Aa	2,90Aa	2,82Aa	2,44Bb
Pérola	2,69Bb	2,53Bb	2,73Ab	3,07Aa	2,73Ab	3,01Aa
Cultivares de feijão	Ca (dag kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg kg ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Pontal	2,78Ab	2,77Ab	2,78Ab	3,09Aa	2,76Ab	2,32Bc
Pérola	2,80Ac	2,78Ac	2,79Ac	3,21Aa	2,78Ac	3,07Ab
Cultivares de feijão	S (dag kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg kg ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Pontal	0,08Ac	0,08Ac	0,09Ac	0,33Aa	0,19Ab	0,30Aa
Pérola	0,11Ab	0,10Ab	0,09Ab	0,24Ba	0,12Bb	0,22Ba
Cultivares de feijão	Cu (mg kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg kg ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Pontal	6,0Ac	6,1Bc	6,2Ac	8,3Aa	7,5Ab	8,2Aa
Pérola	6,4Ac	7,0Ac	6,5Ac	8,4Aa	7,6Ab	8,1Aa

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não se diferenciam entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao efeito do sistema de cultivo nas características nutricionais do feijoeiro observa-se que sob monocultivo houve maiores valores médios dos teores foliares de N, P, B, Cu, Fe e Mn quando comparado ao sistema consorciado com mamona. O contrário ocorreu para o teor foliar de K encontrado no feijoeiro comum (Tabela 2). O fato do feijoeiro cultivado em consórcio ter apresentado, em geral, menor teor de nutrientes em sua folhagem, pode ser atribuído a existência de duas espécies distintas convivendo juntas em uma mesma área por boa parte dos seus ciclos, aumentando assim a competição pelos fatores limitantes do meio, especialmente os nutrientes (VIEIRA, 2006), comparativamente ao monocultivo.

Os órgãos que retratam mais claramente as atividades fisiológicas dentro da planta são as folhas, e, portanto as alterações na nutrição mineral são refletidas nas concentrações dos nutrientes nas mesmas. Um dos critérios usado para diagnosticar condições de deficiência e/ou toxidez de nutrientes na planta é através da utilização da análise foliar, sendo que a sua premissa baseia-se na existência de relação significativa entre o fornecimento de nutrientes e os teores dos nutrientes, e que aumentos ou decréscimos nas concentrações relacionam-se com produções mais altas ou mais baixas, respectivamente (EVENHUIS e WAARD, 1980). Neste contexto, Martinez et al. (1999) consideram como teores adequados de nutrientes em folhas de feijão em monocultivo no pleno florescimento para macronutrientes (em dag kg^{-1}): N= 3,0-3,5; P= 0,4-0,7; K= 2,7-3,5; Ca= 2,5-3,5; Mg= 0,3-0,6; S= 0,15-0,20. Já para os micronutrientes (mg kg^{-1}): B= 100-150; Cu= 8-10; Fe= 300-500; Mn= 200-300 e Zn= 45-55.

Os teores médios foliares de nutrientes em feijoeiro comum cultivado em consórcio, foram para os macronutrientes (dag kg^{-1}): N - 3,14; P - 0,29; K - 2,82; Ca - 2,75; Mg - 0,33; S - 0,14, e para micronutrientes (mg kg^{-1}): B - 75,75; Cu - 5,9; Fe - 130,62; Mn - 158,68, Zn - 37,89. Para o monocultivo estes valores foram para os macronutrientes (dag kg^{-1}): N - 3,34; P - 0,39; K - 2,52; Ca - 2,82; Mg - 0,36; S - 0,16, e para micronutrientes (mg kg^{-1}): B - 97,82; Cu - 7,2; Fe - 147,32; Mn - 223,25, Zn - 39,76 (Tabela 2). Baseado nos dados de referencia citados por Martinez et al. (1999), pode-se dizer que N, Ca, Mg enquadram-se dentro da faixa de suficiência em ambos os sistemas investigados. Por outro lado, os teores foliares de P, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn analisados em consórcio, assim como os teores de K, B, Cu, Fe, Zn em monocultivo, estiveram abaixo dos referidos padrões. Contudo, não foram detectados sintomas de deficiências dos macronutrientes e micronutriente em questão na cultura do feijão, tanto em consórcio como em monocultivo, e certamente não tiveram influencia no padrão de crescimento e desenvolvimento das plantas, ou seja, nos tratamentos estudados.

O ano de cultivo influenciou significativamente os teores foliares dos macronutrientes primários N, P, Ca e Mg, e os micronutrientes B, Cu, Mn e Zn acumulados na mamoneira sob consórcio com o feijoeiro. Os teores foliares de todos os nutrientes foram influenciados pelas cultivares de mamona testadas em consórcio. As cultivares de feijão comum em consórcio não influenciaram os teores foliares aferidos para a mamoneira. Com exceção de Ca, o tipo de parcelamento de N influenciou significativamente o teor foliar de todos os demais nutrientes. As interações entre o ano de cultivo x cultivar de mamona e entre o ano de cultivo x forma de parcelamento de N influenciaram o teor foliar de N na mamoneira em consórcio com feijão. Já a interação entre os fatores cultivar de mamona x forma de parcelamento de N foi

responsável por influenciar os teores foliares de N, K, Mg, S, B e Fe. As demais interações não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 5). Com relação ao sistema de cultivo, com exceção de K e Zn, todos os demais teores foliares mostraram-se influenciados pelos os tratamentos testados. O coeficientes de variação das características nutricionais avaliadas para a mamona sob consórcio variou de 4,00 a 28,67%, demonstrando boa precisão experimental, conforme comparativo com Pimentel Gomes (1990).

TABELA 5. Resumo da análise de variância conjunta (Quadrados Médios) dos teores foliares de nutrientes na mamoneira consorciada com feijão e monocultivo

FV	GL	QM										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco d. ano de cultivo	4	0,131*	0,015*	0,265*	0,008	0,066*	0,028*	28,465	0,693	2803,840*	120,507	134,090*
Ano de cultivo (A)	1	2,178*	0,015*	0,077	0,404*	0,015*	0,009	182,250*	1,868*	390,062	633,361*	303,340*
Cultivar de mamona (M)	1	0,492*	0,060*	0,388*	0,341*	0,058*	0,127*	336,111*	3,738*	8571,674*	802,77*	680,340*
Cultivar de feijão (F)	1	0,056	0,003	0,032	0,001	<0,001	0,002	0,444	0,723	290,007	1,361	96,174
Parcelamento de N (P)	5	15,602*	0,086*	0,338*	0,006	0,102*	0,017*	120,794*	14,097*	11945,074*	673,761*	805,260*
A x M	1	0,247*	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	<0,001	7,111	0,040	19,507	1,361	1,563
A x F	1	0,030	0,005	0,019	0,015	0,004	0,009	4,000	0,047	339,174	28,444	24,174
A x P	5	1,081*	<0,001	0,002	0,002	<0,001	<0,001	2,183	0,027	7,563	11,828	1,224
M x F	1	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,250	0,010	0,063	0,444	2,007
M x P	5	1,013*	0,003	0,196*	0,003	0,012*	0,128*	72,311*	0,336	1152,040*	4,361	63,024
F x P	5	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,144	0,004	1,974	1,311	2,357
A x M x F	1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,250	0,023	0,340	0,111	0,063
A x M x P	5	0,041	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,611	0,018	27,307	1,494	1,013
A x F x P	5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,133	0,005	0,774	1,044	1,657
M x F x P	5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,250	0,007	0,463	0,244	1,124
A x M x F x P	5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,283	0,005	1,374	0,111	0,913
Resíduo médio	92	0,031	0,002	0,061	0,016	0,002	0,007	28,600	0,288	207,337	56,776	42,821
Tratamento adicional	-	32,562*	1,285*	0,059	2,630*	0,510*	1,227*	429,125*	5,378*	1648,327*	421,746*	55,847
CV (%)	-	4,00	19,11	7,25	7,16	24,16	28,67	20,62	6,99	8,73	21,62	24,32

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <0,001-Valor menor que 0,001.

Na safra do 2009/10, foram detectados maiores teores foliares dos nutrientes N, P, Ca, Mg, B, Cu, Mn e Zn na mamoneira consorciada do que os encontrados no ano de cultivo 2010/11 (Tabela 6), concordante em grande parte com os resultados verificados na nutrição do feijoeiro sob o referido sistema (Tabela 2), e que se deve a “diluição dos nutrientes” visto que no segundo ano de cultivo houve maior crescimento e desenvolvimento das plantas promovido pela maior disponibilidade hídrica (Figura 1)

A cultivar Energia em relação à Paraguaçu apresentou maiores teores de N, K, S e Zn em suas folhas, o contrário foi observado para Fe. Esta diferença comportamental quanto ao acúmulo de nutrientes na Energia se deve ao seu menor porte médio – 1,40 m em relação a Paraguaçu – 1,60 m (Embrapa, 2007), ocasionando desta forma menor translocação dos nutrientes nas folhas para os demais órgãos da planta.

A nutrição da mamoneira não foi influenciada pelo consorciamento com as cultivares de feijão Pontal e Pérola, mostrando que estes materiais não exercem influência prática no crescimento e desenvolvimento quando consorciado com mamona, como a competição por luminosidade, mesmo para aqueles materiais com hábito de crescimento mais agressivo como a cultivar Pérola que é do tipo II/III, que possui hábito indeterminado e porte prostrado (SANTOS e GAVILANES, 2006).

Em relação ao parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura pode-se observar que para o teor foliar de N os parcelamentos com emprego de 100:0 e 70:30 kg ha⁻¹ N foram os que acarretaram as maiores médias. Para P, Cu e Mn os parcelamentos com 30:70 e 50:50 kg ha⁻¹ N proporcionaram as maiores médias. Para K e B os parcelamentos 0:100 e 30:70 kg ha⁻¹ N proporcionaram as maiores médias. Para Mg, Fe e Zn o parcelamento 30:70 kg ha⁻¹ N foi o que proporcionou maiores valores médios. Já para S os parcelamentos 0:100, 30:70 e 50:50 e a não aplicação de N de cobertura (testemunha) proporcionaram maiores valores médios. Com exceção do teor foliar de S e Ca, a não aplicação de N em cobertura esteve entre as dosagens que proporcionaram menores teores dos demais nutrientes nas folhas da mamoneira sob consórcio com feijão (Tabela 6).

TABELA 6. Valores médios dos teores foliares de nutrientes na mamoneira consorciado com feijão e monocultivo, submetidos à formas de parcelamento da adubação nitrogenada. UEG, Anápolis, 2013

Ano de cultivo	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
2009/10	4,54A*	0,25A	3,44A	1,81A	0,19A	0,29A	27,1A	7,9A	167A	36,9B	28,4A
2010/11	4,30B	0,23B	3,39A	1,70B	0,17B	0,28A	24,8B	7,6B	163A	32,7A	25,5B
Cultivar de mamona	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Energia	4,52A	0,24A	3,46A	1,75A	0,18A	0,32A	25,9A	7,6A	162B	34,9A	28,9A
Paraguaçu	4,32B	0,25A	3,37B	1,76A	0,18A	0,25B	26,6A	7,7A	168A	34,7A	24,9B
Parcelamento N (kg ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Testemunha	2,97E	0,23B	3,31B	1,75A	0,13C	0,31A	24,7B	6,7D	141C	29,9C	21,5C
100:0	5,12A	0,19C	3,35B	1,73A	0,13C	0,25B	25,7B	7,1C	148C	30,2C	22,7C
0:100	4,64B	0,21B	3,50A	1,77A	0,18B	0,28A	28,7A	7,1C	147C	31,2C	22,5C
30:70	4,46C	0,33A	3,62A	1,75A	0,30A	0,32A	28,6A	8,6A	194A	42,0A	36,6A
70:30	5,17A	0,19C	3,39B	1,75A	0,16C	0,26B	24,3B	8,0B	175B	35,4B	28,8B
50:50	4,17D	0,31A	3,34B	1,77A	0,20B	0,29A	23,5B	8,4A	183B	40,3A	29,2B
Média geral consórcio	4,42a**	0,24a	3,42b	1,75a	0,18a	0,29a	25,99a	7,7a	165a	34,8a	26,9b
Média geral monocultivo	4,47a	0,26a	3,45a	1,81a	0,17a	0,33a	26,08a	7,9a	167a	35,1a	27,05a

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

** Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores médios dos teores foliares de K, Mg, S, B e Fe encontrados na mamoneira sob consórcio, oriundos da interação entre os fatores cultivar de mamona x forma de parcelamento de N são apresentados na tabela 7. Observa-se que na cultivar Energia foi encontrado maior quantidade de K nas folhas quando comparada com a Paraguaçu na forma de parcelamento 0:100 e 30:70 kg ha⁻¹ N. Estas doses de parcelamento de N também foram as que promoveram maiores teores foliar de K quando comparada com as outras formas de parcelamento para a cultivar Energia. Não foram detectadas diferenças significativas do teor foliar de K para a cultivar Paraguaçu em função das formas de parcelamento de N em cobertura.

Para o nutriente Mg houve diferença dos teores foliares entre as cultivares quando o nitrogênio em cobertura não foi aplicado e quando utilizadas as doses 70:30 e 50:50 kg ha⁻¹ N. Na testemunha a cultivar Energia apresentou maior teor foliar de Mg quando comparada com a Paraguaçu. Já nas formas de parcelamento 70:30 e 50:50 kg ha⁻¹ N, o contrário foi observado. Na cultivar Energia o teor foliar de Mg foi maior quando o nitrogênio de cobertura foi aplicado na forma 30:70 kg ha⁻¹ N, e menor quando o N foi aplicado nas demais formas. Na cultivar Paraguaçu o teor foliar de Mg foi maior quando o nitrogênio de cobertura foi aplicado da forma 30:70 kg ha⁻¹ N, e menor quando não aplicado N de cobertura e na forma 100:0 kg ha⁻¹ N.

Em relação ao nutriente S observa-se que as formas de parcelamento 30:70, 70:30 e 50:50 ocasionaram maiores teores foliares para a cultivar Energia, quando comparada com a Paraguaçu. O contrário foi observado em 0:100 kg ha⁻¹ N. Na cultivar Energia o teor foliar de S foi maior quando o nitrogênio de cobertura foi aplicado nas formas 30:70 a 50:50 kg ha⁻¹ N. Já a cultivar Paraguaçu foi notado maiores médias de teor foliar de S quando houve omissão da aplicação de nitrogênio, em 100:0 e 0:100 kg ha⁻¹ N.

O teor foliar de B diferiu entre as cultivares de mamona em consórcio somente quando o N em cobertura foi aplicado usando 30:70 kg ha⁻¹ N, em que a cultivar Energia apresentou maior valor médio quando comparada com a Paraguaçu (Tabela 7). Quando comparada com as demais formas de parcelamento de N, as formas 0:100 e 30:70 kg ha⁻¹ N promoveram maiores teor foliar de B para a cultivar Energia. Não foram detectadas diferenças significativas do teor foliar de B para a cultivar Paraguaçu em função das formas de parcelamento de N em cobertura.

Foi encontrado maior teor foliar de Fe na cultivar Paraguaçu em relação a Energia quando o N em cobertura foi aplicado da forma 50:50 kg ha⁻¹ N. Para a cultivar Energia a forma de parcelamento empregando 30:70 kg ha⁻¹ N promoveu maior teor foliar de Fe,

enquanto para a Paraguaçu as formas de parcelamento com uso 30:70 e 50:50 kg ha⁻¹ N promoveram maiores teores foliares de Fe.

TABELA 7. Valores médios dos teores foliares de K, Mg, S, B e Fe na mamoneira consorciada com feijão oriundo da interação cultivares de mamona x parcelamento de N

Cultivar de mamona	K (dag kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg kg ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Energia	3,39Ab	3,42Ab	3,69Aa	3,72Aa	3,38Ab	3,29Ab
Paraguaçu	3,32Aa	3,28Aa	3,31Ba	3,51Ba	3,41Aa	3,39Aa
Cultivar de mamona	Mg (dag kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg kg ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Energia	0,15Ac	0,15Ac	0,20Ab	0,30Aa	0,12Bc	0,18Bb
Paraguaçu	0,10Bd	0,12Ad	0,17Ac	0,31Aa	0,19Ac	0,22Ab
Cultivar de mamona	S (dag kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg kg ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Energia	0,29Ab	0,22Ab	0,25Bb	0,43Aa	0,37Aa	0,39Aa
Paraguaçu	0,32Aa	0,28Aa	0,32Aa	0,21Bb	0,15Bb	0,20Bb
Cultivar de mamona	B (mg kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg kg ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Energia	22,9Ab	26,3Ab	28,5Aa	31,2Aa	22,2Ab	24,2Ab
Paraguaçu	26,5Aa	25,0Aa	29,0Aa	26,1Ba	26,4Aa	22,9Aa
Cultivar de mamona	Fe (mg kg ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg kg ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Energia	135Ac	149Ac	141Ac	199Aa	178Ab	169Bb
Paraguaçu	147Ac	147Ac	153Ac	190Aa	174Ab	197Aa

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao efeito do sistema de cultivo nas características nutricionais da mamoneira, observou-se que as médias dos teores foliares dos nutrientes foram iguais estatisticamente tanto em consórcio como em monocultivo (Tabela 6), confirmando que a mamoneira não sofreu qualquer efeito competitivo pelos fatores limitantes do meio (ex. luminosidade e nutrientes) pelo feijoeiro.

Os teores adequados de nutrientes encontrados em folhas de mamona no pleno florescimento são para macronutrientes (dag kg⁻¹) de: N= 4,0-5,0; P= 0,3-0,4; K= 3-4; Ca=1,5-2,5; Mg= 0,3-0,4 e S= 0,3-0,4 (MARTINEZ et al., 1999). Para os micronutrientes, embora não se disponha na literatura indicação de faixas de suficiência, a comparação dos

teores foliares médios desses micronutrientes encontrados com os dados disponíveis na literatura (SEVERINO et al., 2006a; OLIVEIRA et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2012) indica semelhança de valores.

Os teores médios de nutrientes encontrados nas folhas da mamoneira em sistema consorciado para macronutrientes (dag kg^{-1}) foram: N – 4,42; P – 0,24; K – 3,42; Ca – 1,75; Mg – 0,18; S – 0,29. E para micronutrientes (mg kg^{-1}) foram: B – 25,99; Cu – 7,7; Fe – 165; Mn – 34,8; Zn – 26,9. Já em sistema de monocultivo os teores foliares de macronutrientes (dag kg^{-1}) foram: N – 4,47; P – 0,26; K – 3,45; Ca – 1,81; Mg – 0,17; S – 0,33 e micronutrientes (mg kg^{-1}): B – 26,08; Cu – 7,9; Fe – 167; Mn – 35,1; Zn – 27,5 (Tabela 6). Assim, baseando nas informações de referências citadas acima, pode-se constatar, em geral, que os teores médios foliares de nutrientes, encontrados para a mamona em consórcio e monocultivo, estão dentro ou próximo dos limites considerados adequados para bom crescimento/desenvolvimento da cultura de mamona.

4.2. Características agronômicas das plantas de feijão-comum e mamona

Pelo resultado na análise de variância pode-se observar que o ano de cultivo do feijão sob consórcio com mamona influenciou significativamente todas as variáveis agronômicas avaliadas. O número de grãos por vagem e o peso de cem grãos foi influenciado pelo tipo de cultivar de feijão investigada. Por outro lado, não houve qualquer influência das cultivares de mamona sobre as características agronômicas avaliadas no feijoeiro em consorciamento. Resultado contrário foi verificado para o parcelamento de N. A interação ano de cultivo x cultivar de mamona influenciou significativamente o número de vagem por planta. A interação entre os fatores ano de cultivo x parcelamento de N em cobertura influenciou a produtividade de grãos do feijoeiro em consórcio. Já a interação cultivar de feijão x parcelamento de N influenciou significativamente o peso de cem grãos do feijoeiro sob consórcio. As demais interações não promoveram qualquer influência nas variáveis agronômicas avaliadas para o feijoeiro sob consórcio (Tabela 8).

Com relação aos tratamentos adicionais referentes aos monocultivo todas as características agronômicas avaliadas para o feijoeiro sob consórcio mostraram-se influenciados pelos tratamentos testados. O coeficiente de variação oriundo das características agronômicas avaliadas do feijoeiro sob consórcio variou de 4,00 a 10,11%, configurando portanto boa precisão experimental nas avaliações (PIMENTEL GOMES, 1990).

TABELA 8. Resumo da análise de variância conjunta (Quadrados Médios) das características agronômicas número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de cem grãos (PCG), produtividade (PROD) e altura de plantas (ALT) do feijoeiro consorciado com mamona e monocultivo

FV	GL	QM				
		NVP	NGV	PCG	PROD	ALT
Bloco d. ano de cultivo	4	12,814*	0,085	7,916*	26736,791*	0,026*
Ano de cultivo (A)	1	552,191*	20,547*	696,564*	911857,883*	0,722*
Cultivar de feijão (F)	1	2,080	0,285*	9,196*	6221,923	0,010
Cultivar de mamona (M)	1	8,618	0,057	0,167	539,275	0,005
Parcelamento de N (P)	5	276,277*	3,558*	42,756*	2424888,300*	0,027*
A x F	1	0,076	0,007	0,022	181,015	<0,001
A x M	1	32,504*	0,068	0,184	0,992	<0,001
A x P	5	1,084	0,035	0,184	17486,538*	<0,001
F x M	1	0,001	<0,001	0,009	28,489	<0,001
F x P	5	0,702	0,103	3,306*	14603,519	<0,001
M x P	5	0,173	<0,001	0,061	202,067	<0,001
A x F x M	1	0,057	<0,001	0,045	336,264	<0,001
A x F x P	5	0,134	0,005	0,144	351,842	<0,001
A x M x P	5	0,046	<0,001	0,020	102,628	<0,001
F x M x P	5	0,040	<0,001	0,013	168,281	<0,001
A x F x M x P	5	0,025	<0,001	0,012	134,081	<0,001
Resíduo médio	92	2,098	0,048	1,319	6668,165	0,006
Tratamento adicional	-	830,643**	55,756**	1569,638**	5736845,952**	12,568**
CV (%)	-	8,18	4,82	4,00	8,59	10,11

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <0,001-Valor menor que 0,001.

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

No ano de cultivo 2010/11 foram obtidos os maiores valores de número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos, rendimento de grãos e altura de plantas do feijoeiro sob consórcio quando comparado ao ano de 2009/10 (Tabela 9), o que se deve possivelmente a maior disponibilidade hídrica (Figura 1) ocorrida no segundo experimento. A cultivar de feijão Pérola produziu maior número de grãos por vagem e peso de cem grãos quando comparada com a cultivar Pontal, com valores respectivos de 4,56 e 28,95 (g).

Em relação ao efeito do parcelamento de N observa-se que o uso de 30 e 70 kg ha⁻¹ aplicados respectivamente aos 25 e 35 DAE, foi à forma que proporcionou maiores valores de número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos e rendimento de grãos de feijão sob consórcio com mamona, com médias de 22,29; 4,94; 31,18 g e 1364,55 kg ha⁻¹, respectivamente. As maiores alturas foram obtidas com 30:70 a 50:50 kg ha⁻¹ de N. Por outro lado, nota-se que a não aplicação de N propiciou os menores valores de número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos e rendimento de grãos com médias de 13,97; 3,99; 29,71 g e 585,94 kg ha⁻¹, respectivamente. O número de vagens por plantas é tido como componente que está mais estreitamente relacionado com o rendimento de grãos, corroborando com outros resultados de pesquisa (ANDRADE et al., 2001; MORGADO e WILLEY, 2008; COSTA et al., 2010), e por este motivo é, geralmente, a característica agrônômica mais influenciada pelos fatores ambientais (COSTA e SILVA, 2008), além da produtividade. Ademais, ao investigarem a herança das características agrônômicas em feijoeiros cultivados sob sistema de consórcio e monocultivo, Lana et al. (2003) verificaram que as maiores herdabilidades foram, de modo geral, obtidas para o número de vagens por planta. Os mesmos autores afirmam que o número de vagens por planta é o caráter com maior potencial a ser utilizado no processo seletivo de materiais no monocultivo visando a semeadura no consórcio.

TABELA 9. Valores médios do número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de cem grãos (PCG), produtividade (PROD) e altura de plantas (ALT) do feijoeiro sob consórcio com mamona e monocultivo, em função de safra de cultivo, cultivares e forma de parcelamento de N

Ano de cultivo	NVP	NGV	PCG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)	ALT (m)
2009/10	15,75B*	4,14B	26,50B	870,61B	0,71B
2010/11	19,67A	4,90A	30,90A	1029,76A	0,85A
Cultivar de feijão					
Pontal	17,59A	4,48B	28,45B	943,61A	0,77A
Pérola	17,83A	4,56A	28,95A	956,76A	0,79AA
Parcelamento de N (kg ha⁻¹)					
Testemunha	12,16F	3,84E	27,44D	530,30F	0,73B
100:0	16,25E	4,39D	28,04C	714,89E	0,75B
0:100	17,57D	4,53C	28,03C	800,28D	0,77B
30:70	22,29A	4,94A	31,18A	1364,55A	0,82A
70:30	18,55C	4,66B	28,36C	1106,66C	0,80A
50:50	19,44B	4,76B	29,15B	1184,42B	0,79A
Média do consórcio	17,71b**	4,52b	28,7b	950,18b	0,78a
Média do monocultivo	24,67a	4,75a	31,32a	1758,53a	0,55b

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

** Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores médios de rendimento de grãos do feijoeiro comum sob consórcio com mamona em função da interação ano de cultivo x parcelamento de N são apresentados na Tabela 10. Observa-se que no ano de 2010/11 o feijoeiro teve maior produtividade quando comparado com o ano de 2009/10 independentemente da forma de parcelamento de N em cobertura, e que confirma realmente que a maior disponibilidade hídrica promovida na segunda safra pode ter corroborado para a obtenção dos maiores patamares de produtividade. O maior rendimento de grãos obtido em 2009/10 foi de 1.249,08 kg ha⁻¹ e em 2010/11 foi de 1.480,02 kg ha⁻¹ quando o N em cobertura foi aplicado da forma 30:70 kg ha⁻¹. A não aplicação de N ocasionou menor rendimento de grãos do feijoeiro em consórcio para ambos anos de cultivo.

TABELA 10. Valores médios de produtividade (PROD) do feijoeiro sob consórcio com mamona e monocultivo, em função da interação safra x parcelamento de N

Ano de cultivo	PROD (kg ha ⁻¹)					
	Parcelamento de N (kg ha ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
2009/10	484,42Be	654,00Bd	736,3Bc	1249,08Ba	1018,50Bb	1081,33Bb
2010/11	576,20Af	775,79Ae	864,23Ad	1480,02Aa	1194,82Ac	1287,51Ab

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O efeito da interação cultivares de feijão x parcelamento de N sobre o peso de cem grãos do feijoeiro sob consórcio com mamona pode ser visto na Tabela 11. Pode verificar que a cultivar de feijão Pérola apresentou, em geral, grãos mais pesados em relação a Pontal, notadamente nas formas de parcelamento em que foram usadas doses 100:0 e 30:70 kg ha⁻¹ de N e na testemunha. A forma de parcelamento 30:70 kg ha⁻¹ de N foi responsável pelo maior média do peso de cem grãos para as duas cultivares de feijão estudadas, quando comparada com as demais formas.

TABELA 11. Valores médios de peso de cem grãos (PCG) do feijoeiro sob consórcio com mamona e monocultivo, em função da interação cultivar de feijão x parcelamento de N

Cultivar de feijão	PCG (g)					
	Parcelamento de N (kg ha ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Pontal	26,86Bc	27,50Bc	27,80Ac	30,62Ba	28,63Ab	29,26Ab
Pérola	28,02Ab	28,58Ab	28,27Ab	31,73Aa	28,08Ab	29,04Ab

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao efeito do sistema de cultivo nas características agrônômicas do feijoeiro (Tabela 9), pode-se observar que o monocultivo foi responsável pela obtenção dos maiores valores médio de número de grãos por vagem, peso de cem grãos e rendimento de grãos quando comparado ao consórcio entre feijão e mamona. O contrário ocorreu para altura de plantas do feijoeiro. Pode-se constatar decréscimo de rendimento médio de grãos para a cultura do feijoeiro sob consorciamento – 950,18 kg ha⁻¹, em relação ao monocultivo – 1.758,53 kg ha⁻¹, justificado pelo potencial competidor da cultura consorte (mamoneira) sobre o feijoeiro e que condiz com afirmativa de Teixeira et al. (2011). Contudo, ressalta-se que estes patamares de produtividade obtidos nos dois sistemas em questão, estão acima da média brasileira de 895 kg ha⁻¹, obtida na safra 2011/12 (CONAB, 2013). Costa et al. (2010) e Teixeira et al. (2011) também constataram que o consórcio interferiu em todas as características agrônômicas do feijoeiro e que a mais afetada foi o número de vagens por planta, enquanto as menos afetadas foram o número de grãos por vagem e a peso de 100 grãos.

Pelos resultados na análise de variância pode-se observar que os fatores isolados ano de cultivo, cultivar de mamona e forma de parcelamento de N em cobertura influenciaram significativamente todas as variáveis agrônômicas da mamoneira, ou seja, o número de racemos por planta, o número de frutos por racemos, o peso de cem grãos, a produtividade de

grãos e a altura de plantas. A interação entre os fatores ano de cultivo x cultivar de mamona influenciou significativamente os valores de número de racemos por planta, número de frutos por racemo, peso de cem grãos e altura de plantas de mamoneira sob consórcio. A interação entre os fatores cultivar de mamona x forma de parcelamento de N influenciou significativamente os valores de número de racemos por planta, peso de cem grãos e altura de plantas. As demais interações não sofreram qualquer influencia dos tratamentos investigados (Tabela 12). Os coeficientes de variação oriundos das características agronômicas de mamona variaram de 5,58 a 15,98%, valores estes que se enquadram dentro dos limites de boa precisão experimental (PIMENTEL GOMES, 1990).

TABELA 12. Resumo da análise de variância conjunta (Quadrados Médios) das características agronômicas número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemos (NFR), peso de cem grãos (PCG), produtividade (PROD) e altura de plantas (ALT) da mamoneira consorciada com feijão e monocultivo

FV	GL	Quadrado Médio				
		NRP	NFR	PCG	PROD	ALT
Bloco d. ano de cultivo	4	0,718	5,738*	3,650	134083,628*	0,125*
Ano de cultivo (A)	1	88,064*	301,302*	1645,019*	1068489,174*	3,041*
Cultivar de mamona (M)	1	1268,838*	3832,750*	31759,844*	3594111,354*	81,224*
Cultivar de feijão (F)	1	4,442	1,677	9,683	9995,220	0,097
Parcelamento de N (P)	5	585,937*	29,078*	441,668*	3711062,943*	5,120*
A x M	1	6,287*	15,517*	183,140*	13030,793	0,377*
A x F	1	1,050	3,871	4,711	17464,459	0,038
A x P	5	3,088	0,339	2,553	21232,256	0,044
M x F	1	0,060	0,049	0,897	10,016	0,001
M x P	5	39,634*	1,555	41,410*	67416,248	1,166*
F x P	5	0,021	0,010	0,110	262,928	<0,001
A x M x F	1	0,013	<0,001	0,250	183,878	0,004
A x M x P	5	0,201	0,288	1,146	1958,086	0,005
A x F x P	5	0,004	0,003	0,071	470,940	<0,001
M x F x P	5	0,016	0,012	0,042	187,061	0,001
A x M x F x P	5	0,012	0,011	0,227	176,015	<0,001
Resíduo médio	92	1,402	0,921	6,836	31346,446	0,021
Tratamento adicional	-	0,0172	1,685	9,485	910,584	0,0789
CV (%)	-	11,60	7,50	5,58	15,98	6,26

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.
<0,001-Valor menor que 0,001.

Em 2010/11 foram detectados os maiores valores de número de racemos por planta, número de frutos por racemo, peso de cem grãos, produtividade de grãos e altura de plantas para a cultura da mamona consorciada com feijão quando comparado com 2009/10 (Tabela 13). Na cultivar Energia foi encontrado maior número de frutos por racemo (17,95) quando comparada com a cultivar Paraguaçu (7,63). Porém, a Paraguaçu apresentou maiores valores de número de racemos por planta, peso de cem grãos, produtividade de grãos e altura de plantas. A cultivar de feijão Pérola, possuidora de hábito de crescimento mais agressivo - tipo II/III (SANTOS e GAVILANES, 2006), não teve influencia destacada no crescimento e desenvolvimento da mamoneira, assim como a cultivar Pontal de hábito menos agressivo, confirmando que a leguminosa em questão se adapta perfeitamente ao sistema consorciado.

As formas de parcelamento do nitrogênio em cobertura, 30:70 e 50:50 kg ha⁻¹, proporcionaram maiores valores de número de racemos por planta e produtividade de grãos quando comparadas com as outras formas, enquanto a forma de parcelamento 30:70 kg ha⁻¹ de N proporcionou maior valor de número de frutos por racemos, peso de cem grãos e altura de plantas quando comparado com as outras formas. A não aplicação de N em cobertura acarretou nos menores valores de todas as características agrônômicas avaliadas da mamoneira.

TABELA 13. Valores médios do número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemos (NFR), peso de cem grãos (PCG) e produtividade (PROD) da mamoneira sob consórcio com feijão e monocultivo, em função de safra cultivo, cultivares de mamona e forma de parcelamento de N

Ano de cultivo	NRP	NFR	PCG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)	ALT (m)
2009/10	9,42B*	11,34B	43,48B	1022,05B	2,16B
2010/11	11,00A	14,23A	50,24A	1194,33A	2,46A
Cultivar de mamona					
Energia	7,23B	17,95A	32,01B	950,20B	1,56B
Paraguaçu	13,17A	7,63B	61,71A	1266,17A	3,06A
Parcelamento de N (kg ha ⁻¹)					
Testemunha	3,21D	10,76D	42,30E	545,80D	1,55E
100:0	7,08C	12,59C	44,38D	926,26C	2,13D
0:100	7,76C	13,04C	44,16D	899,38C	2,17D
30:70	15,50A	13,99A	52,96A	1559,77A	2,81A
70:30	12,64B	12,94C	46,04C	1200,11B	2,53C
50:50	15,05A	13,41B	41,31B	1517,80A	2,68B
Média do consórcio	10,21a**	12,79a	45,86a	1108,19a	2,31a
Média do monocultivo	9,97a	13,06a	44,95a	1115,84a	2,24a

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ** Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A Tabela 14 consta os valores médios de número de racemos por planta, número de frutos por racemo, peso de cem grãos e altura de plantas oriundos da interação ano de cultivo x cultivar de mamona. Observa-se que em 2010/11 foram obtidos maiores valores destas características agronômicas para ambas as cultivares de mamona estudadas. O número de frutos por racemo foi maior para a cultivar Energia em relação a Paraguaçu, tanto em 2009/10 quanto em 2010/11. Por outro lado, os maiores valores de número de racemos por planta, peso de cem grãos e altura de plantas foram encontrados para a cultivar Paraguaçu em 2010/11, com médias de 14, 17; 66,22 g e 3,26 m, respectivamente. O fato da cultivar Paraguaçu ter apresentado maior porte (3,6 m) e número de ramificação, justifica em parte a sua superioridade em relação a Energia (1,56 m) em termos de características agronômicas. Ressalta-se que o maior crescimento da cultivar Paraguaçu nas condições climáticas do cerrado, se deve a maior disponibilidade hídrica, associado ao fato da boa adubação utilizada, especialmente a nitrogenada, já que os solos da região são reconhecidamente pobres naturalmente em nutrientes. Contudo, o fato das plantas de mamona terem atingindo alturas superiores a 3,0 metros dificulta sobremaneira o processo de colheita.

TABELA 14. Valores médios do número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemo (NRF), peso de cem grãos (PCG) e altura (ALT) da mamoneira sob consórcio com feijão, em função da interação ano de cultivo x cultivar de mamona

Ano de cultivo	NRP	
	Cultivares de mamona	
	Energia	Paraguaçu
2009/10	6,66Bb	12,18Ba
2010/11	7,81Ab	14,17Aa

Ano de cultivo	NFR	
	Cultivares de mamona	
	Energia	Paraguaçu
2009/10	16,17Ba	6,51Bb
2010/11	19,72Aa	8,75Ab

Ano de cultivo	PCG (g)	
	Cultivares de mamona	
	Energia	Paraguaçu
2009/10	29,75Bb	57,20Ba
2010/11	34,26Ab	66,22Aa

Ano de cultivo	ALT (m)	
	Cultivares de mamona	
	Energia	Paraguaçu
2009/10	1,46Bb	2,87Ba
2010/11	1,66Ab	3,26Aa

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação à interação entre os fatores cultivar de mamona x forma de parcelamento de nitrogênio em cobertura verifica-se que para o número de racemos por planta, peso de cem grãos e altura de plantas os maiores valores foram encontrados para a cultivar Paraguaçu em consórcio, independentemente da forma de parcelamento de N (Tabela 15). O número de racemos por planta foi maior com a aplicação de 30:70 e 50:50 kg ha⁻¹ de N para a cultivar Paraguaçu e com 30:70 kg ha⁻¹ de N para a Energia. Efeito contrário foi observado para altura de planta. As formas de parcelamento da adubação nitrogenada 30:70 e 50:50 kg ha⁻¹ de N proporcionaram as maiores médias de peso de cem grãos para as duas cultivares de mamona estudadas. A não aplicação de N em cobertura acarretou nos menores valores de número de racemos por planta, peso de cem grãos e altura de planta das mamoneiras em consórcio com feijão.

TABELA 15. Valores médios do número de racemos por planta (NRP), peso de cem grãos (PCG) e altura (ALT) da mamoneira sob consórcio (feijão/mamona), oriundos da interação entre os fatores cultivar de mamona e parcelamento de N

Cultivar de mamona	NRP					
	Parcelamento de N (kg ha ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Energia	1,52Be	5,20Bd	5,81Bd	12,00Ba	8,27Bc	10,62Bb
Paraguaçu	4,90Ad	8,96Ac	9,96Ac	19,00Aa	17,01Ab	19,48Aa
Cultivar de mamona	PCG (g)					
	Parcelamento de N (kg ha ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Energia	28,82Bb	29,72Bb	30,87Bb	36,27Ba	30,44Bb	35,93Ba
Paraguaçu	55,78Ae	59,04Ad	57,44Ae	69,66Aa	61,64Ac	66,70Aa
Cultivar de mamona	ALT (m)					
	Parcelamento de N (kg ha ⁻¹)					
	Testemunha	100:0	0:100	30:70	70:30	50:50
Energia	0,89Bc	1,64Bb	1,65Bb	1,82Ba	1,64Bb	1,73Ba
Paraguaçu	2,22Ae	2,62Ad	2,69Ad	3,81Aa	3,42Ac	3,63Ab

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em pesquisa conduzida por Silva et al. (2007) utilizando a cultivar de mamona BRS Nordestina obtiveram produtividade máxima com aplicação de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura em uma única época. Severino et al. (2006a), ao avaliarem a adubação com macro e micronutrientes na cultura da mamona, concluíram que a adubação promoveu aumento de produtividade da cultivar BRS Nordestina, com destaque para a adubação nitrogenada e, a exemplo de Silva et al. (2007), não verificaram aumento no teor de óleo em consequência da adubação nitrogenada. Constatou-se também, nesta mesma pesquisa, que houve efeito

quadrático quanto ao número de bagas por planta em virtude das doses de nitrogênio, porém não houve alteração quanto ao número de cachos por planta.

As características agronômicas da mamoneira não foram influenciadas pelo fator sistema de cultivo, pois o rendimento de grãos e seus componentes apresentaram comportamento similar tanto no consórcio quanto em monocultivo. De acordo com Teixeira et al. (2011) este comportamento pode ser atribuído ao fato do feijão-comum ser pouco competitivo, não restringindo o desenvolvimento das plantas de mamona quando consorciadas. Estes resultados corroboram com vários estudos sobre consórcio envolvendo a cultura do feijão, onde não há comprometimento do rendimento da cultura consorte (ANDRADE et al., 2001; FLESCHE, 2002; CARVALHO et al., 2007; COSTA e SILVA, 2008; TEIXEIRA et al., 2011; MORGADO e WILLEY, 2008), havendo melhoria do sistema devido se tratar de uma leguminosa, que apresenta potencial de repor nitrogênio no solo.

A produtividade média de grãos de mamona obtida sob consórcio com feijão foi de 1.108,19 kg ha⁻¹, e de 1.115,84 kg ha⁻¹ em monocultivo, ou seja, muito próxima uma da outra, confirmando a hipótese de que o feijoeiro comum não prejudica o desenvolvimento da mamoneira em sistema consorciado. Nos dois casos, as referidas produtividades médias obtidas nos sistemas de cultivo, estiveram acima da produtividade nacional de mamona da última safra na região Centro – Sul, 805 kg ha⁻¹, mostrando que a cultura da mamoneira apresenta elevados patamares de rendimentos nas condições edafoclimáticas da região Centro-Oeste.

4.3. Uso eficiente da terra (UET)

A avaliação biológica dos sistemas de cultivo foi estudada por meio do UET, o qual mostrou vantagem produtiva na combinação feijão e mamona sob consórcio, comparado ao monocultivo, em todos os fatores avaliados, com valores variando de 1,61 a 1,67 (Tabela 16). Considerando-se a média da UET obtida nos tratamentos, verifica-se um valor de 1,64 o que permite afirmar que o sistema consorciado é 64% mais eficiente em relação ao monocultivo. Ademais, pode-se afirmar que a obtenção de UET de 1,64 significa dizer que faz necessário incorporar 0,64 hectare de área de monocultivo das espécies investigadas a mais, em comparação a área consorciada, para que se seja obtido rendimentos idênticos. Com relação ao UET das formas de parcelamento de N aplicadas no sistema consorciado, destaca-se que este foi novamente mais eficaz quando comparado com o monocultivo, uma vez que os valores variaram de 1,61 a 1,64, ou seja, acima de 1,0.

Os resultados aqui obtidos para UET são concordantes aos outros trabalhos de pesquisa em que a cultura de mamona consorciada com outras espécies se mostraram mais eficiente que o monocultivo (BELTRÃO et al., 2010; KUMAR et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2012). Além disso, pode-se verificar ainda que o consorciamento de feijão comum não promoveu redução da produtividade da oleaginosa em questão. Ademais, foi confirmada a superioridade do consórcio em relação ao monocultivo de feijão comum com mamona, visando especialmente a pequena e média propriedade rural, melhorando o aproveitamento do solo e demais recursos disponíveis e, em consequência, melhorando a qualidade de vida do agricultor pelo aumento de sua renda.

TABELA 16. Relação entre produtividade do feijão em consórcio e em monocultivo (Fc/Fm) e da relação entre produtividade da mamona em consórcio e em monocultivo (Mc/Mm) e do uso eficiente da terra (UET)

Cultivares de feijão	Fc/Fm	Mc/Mm	UET
Pontal	0,62	1,05	1,67
Pérola	0,64	0,97	1,61
Cultivares de mamona			
Energia	0,67	1,00	1,67
Paraguaçu	0,59	1,02	1,61
Parcelamento de N			
Testemunha	0,60	1,01	1,61
100:0	0,63	1,01	1,65
0:100	0,61	1,00	1,62
30:70	0,65	1,01	1,66
70:30	0,64	1,02	1,66
50:50	0,64	1,02	1,66
Média	0,63	1,01	1,64

CONCLUSÕES

1. O cultivo na safra 2009/10, usando o nitrogênio de cobertura parcelado em 30 e 70 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 e 35 DAE, respectivamente, acarretaram maiores teores foliares de P, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn encontrados no feijoeiro e na mamoneira, ambos sob consórcio.
2. O ano de cultivo 2009/11 e o nitrogênio de cobertura parcelado em 30 e 70 kg ha⁻¹ aplicados aos 25 e 35 DAE, respectivamente, também acarretaram maiores valores das características agronômicas para o feijoeiro comum e para a mamoneira.
3. No consórcio entre feijão-comum e mamona, a cultivar Pérola e a cultivar Energia obtiveram maiores teores de nutrientes foliares para o feijoeiro e para a mamoneira, respectivamente.
4. Para as duas culturas estudadas, feijão-comum e mamona, os teores de nutrientes foliares foram maiores no monocultivo quando comparados ao consórcio.
5. O feijoeiro em monocultivo apresentou maiores valores de número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos e produtividade em relação ao consórcio. Por outro lado, não foram detectadas influência do tipo de sistema de cultivo nas características agronômicas da mamoneira.
6. O sistema de consorciamento entre feijão-comum e mamona é mais eficiente que o monocultivo, conforme o valor médio de UET (1,64).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Agrícola**, 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.
- ANGIOI, S.A.; RAU, D.; ATTENE, G.; NANNI, L.; BELLUCCI, E.; LOGOZZO, G.; NEGRI, V.; SPAGNOLETTI ZEULI, P.L.; PAPA, R. Beans in Europe: origin and structure of the European landraces of *Phaseolus vulgaris* L. **Theoretical and applied genetics**, v.121, p.829-843, 2010.
- 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.
- AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M.; BATISTA, F.A.S.; LIMA, E. F. **Arranjo de fileiras no consórcio mamona/milho**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. (Boletim de Pesquisa, 34).
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 247 p.
- BARBOSA, F.R.; GONZAGA, A.C.O. (editores). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio: Embrapa arroz e feijão, 2012. 247p. (Documentos, 273).
- BATISTA, F. A. S. Genética e melhoramento da mamoneira. In: KERR, W. E. **Melhoramento e genética**. São Paulo: Melhoramentos. 1996, p.102-113.
- BELOW, F. E. **Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho**. Informações Agronômicas, n. 99, 2002. 12p. Disponível em: <[http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Page7-12-99.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Page7-12-99.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2013.
- BELTRÃO, N.E.M.; CARTAXO, W.V.; PEREIRA, S.R.; SILVA, O.R.R.F. **O cultivo sustentável da mamoneira no semi-árido**. Campina Grande: Embrapa, 2006. 72p.

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, L.C.; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P.; VIEIRA, D.J. Fitologia. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Cap. 2, p. 37-61, 2001.

BELTRÃO, N.E.M.; VALE, L.S.; MARQUES, L.F. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista Verde de Agricultura e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, v.5, n.5, p.67-73, 2010.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **A cultura do feijão**. Viçosa: UFV, 2006. p.13-18.

BURLE, M.L.; FONSECA, J.R.; KAMI, J.A.; GEPTS, P. Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity. **Theoretical and applied genetics**, v.121, p.801-813, 2010.

CAMPOS, T.; CANÉCHIO FILHO, V. **Principais culturas II**. 2.ed. Campinas-SP: Instituto Campineiro de Pesquisas Agrícolas, p. 139-153, 1987.

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, A. J.; ANDRADE, M. J. B.; GUIMARÃES, R. J. Sistemas de produção de feijão intercalado com cafeeiro adensado recém-plantado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 133-139, 2007.

CARVALHO, B. C. L. **Manual do cultivo da mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65p.

CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.

CHAGAS, J.M.; BRAGA, J.M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L.T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G.A. de A.; ANDRADE, M.J.B.; LANA, R.M.Q.; RIBEIRO, A.C. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª. aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-307.

COELHO, L.C.F.; MAUAD, M.; KATO, E.M.S.; CAVALLI, A.; CASEMIRO, J.C.L.; YOSHIY, M.L. Época de aplicação da adubação nitrogenada em mamona. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 29. **Anais...** Guarapari-ES, 2010.

CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira, grãos: sétimo levantamento**. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_27_26_boletim_graos_abril_2013.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2013.

- CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal**. 2011. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_03_15_17_15_17_mamonamarco2011..pdf>. Acesso em: 28 mar. 2013.
- 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 Agronômica**, 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.
- COSTA, D. S.; BARBOSA, R. M.; SÁ, M. E. Sistemas de produção e cultivares de feijoeiro em consórcio. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 6, p. 425-430, 2010.
- 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.
- CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; VIEIRA, R.F.; FERNANDES, H.C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande: v.9, n.1, p.133-138, 2005.
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores. In.: FERNANDES, M.S. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa: SBCS, p. 1-6, 2006.
- DESER-DEPARTAMENTO DE ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS RURAIS. **Conjuntura agrícola**. 2007. Disponível em: < <http://www.deser.org.br/documentos/doc/Mamona.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2013.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Feijão: cultivares**. 2005. Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/cultivares.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2013.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mamona: cultivares**. 2007. Disponível em:
<<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/cultivares.html>>. Acesso em: 22 abr. 2013.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Morfologia-feijão**. 2013a. Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_9_1311200215101.html>. Acesso em 1 abr. 2013.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Produção-mamona**. 2013b. Disponível em:
<<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/comercializacao.html>>. Acesso em: 28 mar. 2013.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina-PR: Editora Planta, 2006. 403p.

EVENHUIS, B.; WAARD, P. W. F. **Principles and practices in plant analysis**. Rome: FAO, p. 152-163. 1980. (Bulletin, 38/1).

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.

FERRO, J.H.A.; SILVA, D.F.; OLIVEIRA, M.W.; TRINDADE, R.C.P.; COSTA, J.P.V. da.; CALHEIROS, A.S. Avaliação do crescimento e da produtividade de duas variedades de mamona (*Ricinus communis* L.) em função da adubação fosfatada no município de Rio Largo – AL. In: Congresso Brasileiro de Mamona-Energia e Ricinoquímica, III. **Anais...** Salvador-BA. 2008.

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.

FORNAZIERI JUNIOR, A.; KASSAB, A. L.; BARRERA, P. **Manual Brasil agrícola: principais produtos agrícolas**. San Martin-SP: Ícone, p. 381-390, 1999.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília, Coordenação de Publicações, p. 23-25. 2006.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201303.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2013.

JESEN, E. S.; PEOPLES, M. B.; HAUGGAARDNIELSEN, H. Faba bean in cropping systems. **Field Crops Research**, v. 115, n. 3, p. 203-216, 2010.

KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Orgs.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, p.249-259, 1988.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (editores). **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio: Embrapa arroz e feijão, 2009. 452p.

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, H. C. S.; MUDALAGIRIYAPPA; NANJAPPA, H. V.; RAMACHANDRAPPA, B. K. Productive performance of castor (*Ricinus communis* L.) based intercropping systems under rainfed conditions of Central Dry Zone in Karnataka. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, v.44, n.3, p.481-484, 2010.

LANA, A. M. Q.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D. Herdabilidades e correlações entre caracteres de linhagens de feijão obtidas em monocultivo e em consórcio com o milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n. 6, p. 1031-1037, 2003.

LANGE, A.; MARTINES, A.M.; SILVA, M.A.C.; SORREANO, M.C.M.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, 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.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMA Artes e Textos, 2004. 531p.

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, A.S. WIETHÖLTER, E.; GUILHERME, L.R.G. SILVA, C.A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo: associação nacional para difusão de adubos, 2004. 110p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba, Ceres, 2006. 638p.

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

MARIA, I.C.; RAMOS, N.P. Conservação e manejo do solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável: com ênfase na cultura do feijoeiro**. Goiânia: CNPAF, 2009.

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

MEAD, R.; RILEY, J. A review of statistical ideas relevant to intercropping research. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, v. 144, n. 4, p. 462-509, 1981.

MENDES, R. A. **Diagnóstico, análise de governança e proposição de gestão para a cadeia produtiva do biodiesel da mamona (CP/BDMA): o caso do Ceará**. Dissertação. Mestrado em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza: 2005.

MESQUITA, R.F.; CORRÊA, D.A.; ABREU, P.M.C.; LIMA, Z.A.R; ABREU, B.F.A. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e agrotecnologia**, v.31, n.2, p.1114-1121, 2007.

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.

MORGADO, L. B.; WILLEY, R. W. Optimum plant population for maize-bean intercropping system in the brazilian semi-arid region. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 5, p. 474-480, 2008.

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.). **Científica, 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...** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v.28, p.323-337, 1971.

NASCIMENTO, M.S.; CRUSCIOL, C.A.C.; FERNANDES, A.M.; ZANOTTO, M.D. Nutrient extraction and exportation by castor bean hybrid Iyra. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.36, n.1, p.123-124, 2012.

NOGUEIRA, B.A.; CARMO, H.F.; SOUSA, R.N.; XIMENES, P.A.; LEANDRO, W.M. Altura de plantas de duas variedades de mamona (*Ricinus communis* L.) cultivadas sob diferentes níveis de fósforo nos cerrados. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, Inclusão Social e Energia. **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, p. 442-445, 2010.

OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA FILHO, A.F.; MEDEIROS, J.F.; JÚNIOR, A.B. de A.; LINHARES, P.C.F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.206-211, 2009.

OLIVEIRA, J.P.; SCIVITTARO, W.B.; CASTILHOS, R.M.V.; OLIVEIRA FILHO, L.C.I. Adubação fosfatada para cultivares de mamoneira no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.8, p.1835-1839, 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, p. 245-256, 2004.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1990.

PINTO, C.M.; FILHO, F.A.S; CYSNE, J.R.B.; PITOMBEIRA, J.B. Produtividade e índices competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão. **Revista Verde de Agricultura e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, Mossoró, v.6, n.2, p. 75 - 85, 2011.

POTAFOS- INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. Manual internacional de fertilidade do solo. LOPES, A.S. (Trad.). Piracicaba: Potafos, 1998. 177p. Tradução de: **International soil fertility manual**.

PROLLA, I., Características físico-químicas de cultivares de feijão e efeitos biológicos da fração fibra solúvel. **Dissertação**: mestrado, Universidade Federal de Santa Maria. 2006.

QUEIROZ, W. N., QUEIROZ, U. C.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, R. T. Efeitos isolados e conjuntos da mamoneira (*Ricinus communis* L.), em função de nitrogênio e temperatura noturna em ambientes diferentes. In: Congresso brasileiro de mamona: Cenário Atual e Perspectivas, II. **Anais...** Aracajú: 2006.

- RAMOS, N.P.; AMORIM, E.P.; SAVY FILHO, A. **Potencial da cultura da mamona como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel.** Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel. Piracicaba, Esalq, p.81-104, 2006.
- 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.
- RICHETTI, A.; MELO, C.L.P.; SOUSA, J.P.B. **Viabilidade econômica da cultura do feijão comum, safra 2012, em Mato Grosso do Sul.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, n 173, 2011. (Comunicado Técnico, 173).
- RODRIGUES, R.F. de O.; OLIVEIRA, F. de; FONSECA, A.M. As folhas de palma christi – ricinus communis L. Euphorbiaceae Jussieu. Revisão de conhecimentos. **Revista Lecta**, v.20, n. 2, p. 183-194, 2002.
- SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Coord.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas.** São Paulo: Ícone, 1994. 437p.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L. Influencia do arranjo de plantas e da época de semeadura sobre as características agronômicas do milho e feijoeiro consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 10, p. 1173-1181, 1993.
- SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds). **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 41-65.
- SEPLAN - SECRETÁRIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DE GOIÁS. **Coordenadas geográficas dos municípios**. 2011. Disponível em: <<http://portalsepin.seplan.go.gov.br>> Acesso em: 18 jan. 2013.
- 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.
- SEVERINO, L.S.; MORAES, C.R.A.; FERREIRA, G.B.; CARDOSO, G.D.; GONDIM, T.M.S.; BELTRÃO, N.E.M.; VIRIATO, J.R. **Crescimento e produtividade da mamoneira sob fertilização química em região semi-árida.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Campina Grande: Embrapa Algodão, n. 32, 2005. 20p.
- 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.

SECRETARIA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO ESTADO DE GOIÁS. **Dados climáticos de Anápolis-GO**. 2013. Disponível em: <<http://www.simehgo.sectec.go.gov.br/clima/index.php>>. Acesso em: 13 mai. 2013.

SOARES, C.S.; SILVA, L.C.; GOUVEIA, J.P.G.; BRUNO, R.L.A. **Revista Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.5, n.3 , p.397-404, 2001.

SOFIATTI, V.; SEVERINO, L. S.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, M.A. de O.; SAMPAIO L.R.; VALE, L.S. do; LUCENA, A.M.A. de; SILVA, D.M.A. Adubação da mamoneira da cultivar BRS Energia. In: III Congresso brasileiro de mamona-energia e ricinoquímica. **Anais...** Salvador: 2008.

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, A. S. **Manejo cultural da mamoneira**: época de plantio, irrigação, espaçamento e competição de cultivares. Tese. Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias Departamento de Fitotecnia Programa de Pós-Graduação Em Agronomia/ Fitotecnia. Fortaleza: 2007.

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

SOUZA, T.A.F.; RAPOSO, R.W.C.; DANTAS, A.J.A.; SILVA, C.S.; GOMES NETO, A.D. ; SANTOS, L.C.N. dos; ARAUJO, R.C. de A.; RODRIGUES, H.R.N.; ANDRADE, D.A. de; MEDEIROS, D.A.; DIAS, J.A.; SILVA, E.S. da; LIMA, G.L.; LUCENA, E.H.L. de; PRATES, C.da S.F. Crescimento da mamoneira em função da aplicação de N e B. In: Congresso brasileiro de mamona, 4 & simpósio internacional de oleaginosas energéticas, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, p. 519-523, 2010.

SOUZA, V. C., LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3 Ed. Plantarum, Nova Odessa, 2012. 768p.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p

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 hortaliças. **Semina - Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 507-514, 2005.

TEIXEIRA, I.R.; SILVA, G.C.; OLIVEIRA, J.A.P.; TIMOSSI, P.C. Arranjos de plantas do feijoeiro-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n.1, p.85-91, 2012.

TEIXEIRA, I.R.; TEIXEIRA, G.C.S.; TIMOSSI, P.C.; SILVA, A.G. Desempenho agronômico de cultivares de feijão-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n.1, p.55-61, 2011.

VALE, L. S.; COSTA, J. V. T.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E.M.; CARDOSO, G. D. Crescimento da mamona em solo compactado. In: Congresso Brasileiro De Mamona, 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, v. 100, 1996. 285p.

VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, p.493-528, 2006.

VIEIRA, C.; PAULA, J. T. J. de. BORÉM, A. **Feijão**: Aspectos gerais e cultura no estado de Minas. Viçosa: UFV, 1998. p.126-128.

WANDER, A.E. Produção e consumo de feijão no Brasil, 1975-2005. **Informações econômicas**, São Paulo, v.37, n.2, p.7-21, 2007.

WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 660p.

WILLEY, R. W.; OSIRU, D. S. O. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) it particular reference to plant population. **Journal of Agricultural Science**, v.79, n. 6, p.571-29, 1972.