

Contribuição dos racemos na produção de mamoneira em consórcios com culturas alimentícias

Contribution in production of racemes of castor oil intercropping with food crops

Antônio Francelino de O. Filho, Francisco Thiago C. Bezerra, João Bosco Pitombeira; Geovânio L. Barros e Francisco de Assis de Oliveira

RESUMO - A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa importante no cenário econômico devido, principalmente, à utilização do óleo extraído da semente. O entrave para a expansão dessa cultura pelos pequenos produtores é a impossibilidade de utilizá-la para alimentação, por isso, a importância de estudos que aliem o consórcio desta espécie com alimentícias, garantindo segurança alimentar e melhoria da renda. Com objetivo de avaliar a produtividade e a contribuição dos racemos na produção de mamona foram desenvolvidos dois experimentos, na Fazenda Lavoura Seca da Universidade Federal do Ceará, Quixadá-CE, 2011. Os experimentos consistiram nos consórcios entre plantas de mamona cv. BRS Energia com feijão caupi cv. Setentão e o com milho BRS 206. Foram avaliadas a produção e participação dos racemos primário, secundário e terciário como também a produtividade total em bagas e em grãos. Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Nos consórcios de mamona com feijão caupi e com milho, os racemos secundário e primário tiveram as maiores participações na produção, respectivamente. O feijão caupi não afetou o rendimento da mamoneira, diferentemente das plantas de milho que reduziram a produtividade da mamona quando consorciadas.

Palavras-chave: biodiesel, feijão-caupi, milho, *Ricinus communis* L.

SUMMARY - The castor bean (*Ricinus communis* L.) is an important oilseed crop in the economic scenario, mainly due to the use of oil extracted from the seed. The obstacle to the expansion of this culture by small producers is the inability to use it for food, so the importance of studies that combine the consortium that species with food, ensuring food security and improving income. Aiming to evaluate the productivity and contribution of racemes in castor production were developed two experiments in Farm Crop Drought Federal University of Ceará, Quixadá-CE, 2011. The experiments consisted in consortia of castor bean plants cv. BRS Energy with cowpea cv. Setentão with corn and BRS 206. We evaluated the production and participation racemes of primary, secondary and tertiary levels as well as overall productivity in berries and grains. Productivity data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test ($p < 0.05$). Intercropping of castor with cowpea and maize, the primary and secondary racemes had the highest participation in the production, respectively. The cowpea did not affect the yield of castor beans, unlike corn plants that reduced the productivity of castor beans when intercropped.

Key words: biodiesel, cowpea, corn, *Ricinus communis* L.

Recebido em 12 02 2013 e Aceito em 28 05 2013

Pós-Graduação em Fitotecnia, UFC, Campis Pici, Fortaleza, CE E-mail :
eng-francelino@hotmail.com

Prof. Adjunto, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN E-mail : thikaoamigao@bol.com.br

Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL), v. 7, n. 2, p.114-124, abr-jun, 2013

INTRODUÇÃO

A espécie *Ricinus communis* é uma planta xerófila e heliófila originária provavelmente da Ásia e explorada comercialmente entre as latitudes 40°N a 40°S (BELTRÃO et al., 2003) tendo sido introduzida no Brasil durante a colonização portuguesa. Atualmente, a mamoneira é bastante representativa no cenário econômico (SILVA et al., 2007) devido, principalmente, a excelente alternativa para a obtenção do biodiesel.

De acordo com Freire et al. (2007), a mamoneira vem despertando o interesse do governo e dos pesquisadores em projetos que buscam o cultivo racional e eficiente da cultura. Para Costa et al. (2006), a ricinocultura de sequeiro representa a cultura mais rentável no semiárido Nordeste, devido a fácil adaptação às condições ecológicas e da característica de resistente aos períodos de seca.

Porém, a expansão do cultivo da mamona na região semiárida do Nordeste brasileiro pelos pequenos produtores possui um gargalo, pois os produtos gerados não podem ser utilizados na alimentação. Por isso, a relevância de estudos que aliem o cultivo da mamona com culturas alimentícias, garantindo segurança alimentar e melhoria na renda do pequeno produtor. Por isso, vêm se percebendo os incrementos nos estudos envolvendo o consórcio de plantas de mamona com culturas alimentícias (AZEVEDO et al., 2001; CORRÊA et al., 2006; AZEVEDO et al., 2007a; TEIXEIRA et al., 2011; TEIXEIRA et al. 2012).

Nos cultivos em consórcios também podem ocorrer um aumento na eficiência no uso da terra, aproveitando melhor os fatores abióticos e reduzindo o risco de redução na produção (BEZERRA NETO e ROBICHAUX, 1997) aliado a possibilidade de redução do ataque de pragas e doenças.

Segundo Azevedo et al. (2001), a maioria dos plantios consorciados com a mamoneira em sequeiro são com milho, feijão comum e feijão caupi. Porém, várias outras espécies podem ser consorciadas com a mamoneira (CHARD e SUJATHA, 2000). Beltrão et al. (2003), afirmam que o cultivo solteiro ou isolado é menos rentável que o consorciado com os feijões *Vigna* (macassar) ou *Phaseolus*, gergelim ou amendoim.

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma leguminosa, considerada uma das principais fontes alimentares das regiões tropicais e subtropicais do mundo devido, com grande importância socioeconômica para a população das regiões Norte e Nordeste do Brasil (SILVA et al., 2002) e representando nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro 73% de todo feijão consumido (RIBEIRO, 2002).

No cenário econômico a cultura do milho (*Zea mays*) se destaca devido as suas diversas formas de utilização, abrangendo desde a alimentação animal que corresponde a cerca de 70% da produção mundial até a indústria de alta tecnologia (DUARTE et al., 2011). De acordo com este mesmo autor, o milho ainda está relacionado ao aspecto social, principalmente para a agricultura familiar que não utiliza muitas tecnologias para a produção do grão, porém dependem dessa produção para viver.

Lançado em 2004 o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), tem como objetivo produzir combustível, a partir de oleaginosas, de forma técnica e economicamente sustentável, propiciar a inclusão social e o desenvolvimento regional a partir da geração de emprego e renda para os trabalhadores rurais. Este estabelece a adição de 2% desse biocombustível ao diesel mineral a partir de 2008 e 5% a partir de 2013. (SUERDIECK, 2006).

Muito embora a associação de culturas seja uma prática generalizada em todo o Nordeste brasileiro, os produtores ainda utilizam arranjos e populações inadequados. Por este motivo, o uso da eficiência da terra torna-se inadequado, motivo este que motivou esta pesquisa.

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva avaliar a produtividade e a contribuição dos racemos na produção de plantas de mamona cv. BRS Energia em monocultivo e em consórcios com plantas de feijão caupi cv. Setentão e em consórcios com plantas de milho híbrido BRS 206 em diferentes arranjos de plantio.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos dois experimentos na Fazenda Experimental Lavoura Seca (FELS) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no município de Quixadá, CE, situada a 4° 59' de latitude Sul, 39° 01' de longitude de Greenwich e a 190 m de altitude, no ano de 2011. O primeiro experimento consistiu no cultivo de mamona cv. BRS Energia e de feijão caupi cv. Setentão (I) e o segundo experimento no cultivo de mamona com milho Híbrido BRS 206 (II) em monocultivos e consorciadas em diferentes populações de plantas.

O clima da região conforme Köppen é do tipo BSw'h', ou seja, clima quente e semiárido com temperatura do ar variando de 24 a 28°C e precipitação pluviométrica entre 500 a 1.000 mm (BRASIL, 1973). Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar na área do experimento durante os cultivos podem ser observados na Figura 1.

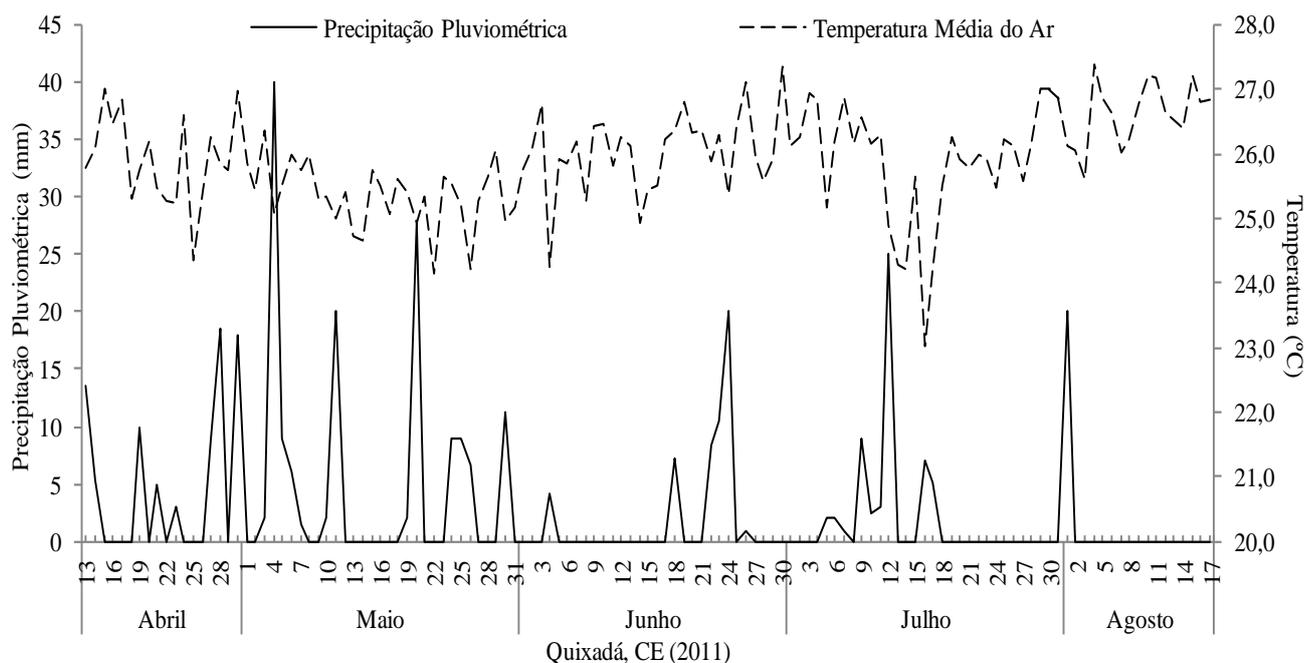


Figura 1. Precipitação pluviométrica (—) e temperatura média do ar (---) na área experimental da Fazenda Lavouira Seca durante a excussão dos experimentos, Quixadá, CE, 2011.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMRAPA, 2006). A análise de solo foi realizada no laboratório de química do

solo do Centro de Ciências Agrárias da UFC, no ano de 2011. A análise química apresentou as seguintes características químicas, Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental na Fazenda Experimental Lavouira Seca, Quixadá, CE, 2011.

| Atributos químicos | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|------------------|----------------|------------------|-----------------|----------------------------------|------|------|---------------------|---------------|-------|
| pH (1:2,5 H ₂ O) | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Al ³⁺ | Na ⁺ | H ⁺ +Al ³⁺ | SB | CTC | P ⁵⁺ | V | M.O. |
| | ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | ----- | | | mg dm ⁻³ | ----- % ----- | ----- |
| 5,6 | 1,00 | 0,65 | 0,16 | 0,08 | 0,06 | 1,49 | 1,87 | 3,36 | 10 | 55,7 | 0,88 |

FONTE: Laboratório de Química do Solo, Departamento de Ciências do Solo/CCA/UFC.

Nos experimentos, os tratamentos foram definidos conforme a participação das plantas na área de cultivo (Tabela 1). No primeiro experimento foram cultivadas plantas de mamona cv. BRS Energia e de feijão caupi cv. Setentão em monocultivos e consorciadas e no segundo experimento foram cultivadas plantas de mamona cv. BRS

Energia e de milho híbrido BRS 206 em monocultivos e consorciadas.

As populações de plantas avaliadas nos consórcios mamoneira x milho e mamoneira x feijão encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Populações e arranjos entre plantas de mamona cv. BRS Energia e de feijão caupi cv. Setentão (Experimento I) e entre plantas de mamona cv. BRS Energia e milho híbrido BRS 206 (Experimento II)

| Tratamentos | Mamona x Feijão caupi (I) | | Tratamentos | Mamona x Milho (II) | |
|-------------|---------------------------------------|------------|-------------|---------------------------------------|------------|
| | População (plantas ha ⁻¹) | | | População (plantas ha ⁻¹) | |
| | Feijão (A) | Mamona (B) | | Milho (A) | Mamona (B) |
| 1 | 40.000 | 0.000 | 1 | 40.000 | 0.000 |
| 2 | 40.000 | 10.000 | 2 | 40.000 | 10.000 |
| 3 | 40.000 | 5.000 | 3 | 40.000 | 5.000 |
| 4 | 20.000 | 5.000 | 4 | 20.000 | 5.000 |
| 5 | 20.000 | 10.000 | 5 | 20.000 | 10.000 |
| 6 | 0.000 | 10.000 | 6 | 0.000 | 10.000 |

O delineamento adotado nos experimentos foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo que as parcelas possuíam dimensões de 8 m de comprimento e 4 m de largura. O espaçamento entre as fileiras das plantas da mesma espécie foi de 1 m, intercalando uma fileira de mamona com uma fileira da cultura alimentícia e as respectivas populações obtidas através da variação do número de plantas dentro da fileira. A área útil da parcela foi constituída pelas duas linhas centrais, desprezando-se as plantas das extremidades.

As fontes de nitrogênio, fósforo e potássio na adubação mineral foram respectivamente ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, empregando-se a formulação 60:70:60, que foram aplicados por ocasião do plantio todo o fósforo e potássio e um terço do nitrogênio, sendo aplicado o restante 35 dias após o plantio.

Foram avaliadas as produções em bagas e em grãos nos racemos primário, secundário e terciário e total das plantas de mamona no monocultivo e nos consórcios com culturas alimentícias feijão caupi e milho, sendo os resultados expressos em quilograma por hectare. Com esses

dados foram calculadas as contribuições relativas de cada racemo na produtividade total, sendo obtido pela relação entre a produção obtida no determinado racemo pela produtividade total, sendo expresso em porcentagem.

Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F de Snedecor (p < 0,05) para se avaliar a significância entre os tratamentos e o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro para comparar as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consórcio mamona com feijão caupi

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto à produtividade de bagas nos racemos primário e secundário e na produtividade total por plantas de mamona cv. BRS Energia. (Tabela 3). A produtividade das bagas pelo racemo terciário não diferiu significativamente entre os tratamentos.

Tabela 3. Valores médios, em kg ha⁻¹, das produtividades em bagas nos racemos primário, secundário, terciário e total de plantas de mamona cv. BRS Energia em monocultivo e consorciada com plantas de feijão caupi cv. Setentão, em diferentes densidades de plantio, Quixadá-CE, 2011.

| Tratamentos | Produtividade em Bagas (kg ha ⁻¹) | | | |
|---|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Primária | Secundária | Terciária | Total |
| Mamona : Feijão (10.000 : 40.000 plantas ha ⁻¹) | 867,71 a | 1.101,04 abc | 221,88 a | 2.190,63 ab |
| Mamona : Feijão (5.000 : 40.000 plantas ha ⁻¹) | 538,54 b | 868,75 bc | 194,79 a | 1.602,08 b |
| Mamona : Feijão (5.000 : 20.000 plantas ha ⁻¹) | 608,33 b | 734,38 c | 260,42 a | 1.603,12 b |
| Mamona : Feijão (10.000 : 20.000 plantas ha ⁻¹) | 947,92 a | 1.288,54 ab | 240,63 a | 2.621,88 a |
| Mamona (10.000 plantas ha ⁻¹) | 1.031,25 a | 1.428,13 a | 385,42 a | 2.699,99 a |
| Teste F (p) | 18,521 (p < 0,0000) | 5,555 (p = 0,0091) | 1,107 (p = 0,3974) | 8,453 (p = 0,0018) |
| CV (%) | 12,51 | 22,45 | 53,84 | 17,03 |
| Média (kg ha⁻¹) | 798,75 | 1.084,17 | 260,63 | 2.143,54 |
| DMS (kg ha⁻¹) | 225,35 | 548,79 | 316,39 | 822,85 |

Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As maiores produtividades em bagas pelos racemos primário e secundário, como também a produtividade total, foram obtidas nas plantas de mamona em monocultivo e nos consórcios com plantas de feijão caupi nos arranjos populacionais de 10.000:40.000 plantas ha⁻¹ e 10.000:20.000 plantas ha⁻¹ (Tabela 3). Neste caso, a densidade das plantas de mamona foi o fator que mais contribuiu para a produtividade total, sendo suavemente afetada apenas quando consorciada com a maior população de plantas de feijão, ou seja, a competição interespecífica foi mais atuante. Segundo Teixeira et al. (2012), o feijoeiro não interfere na produtividade da cultura da mamona. As características número e a massa de racemos por plantas em mamona também não são afetados pelo consórcio com plantas de feijão comum (TEIXEIRA et al., 2011).

A densidade das plantas em campo é um dos fatores chave para o rendimento das culturas, pois interfere na competição intraespecífica por recursos do solo, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (ARGENTA et al., 2001). Porém, existem algumas espécies que possuem maior plasticidade fenotípica equilibrando, até certo

ponto, o espaço e os recursos disponível o que não comprometem o rendimento.

Avaliando densidades populacionais de mamona cv. BRS Energia, Alves (2009), observou uma redução no comprimento dos cachos na proporção de 21,13; 19,94; 66,28 e; 66,45% quando cultivadas nas populações de 16.666; 25.000; 50.000 e 100.000 plantas ha⁻¹, respectivamente, em comparação a menor população avaliada (10.000 plantas ha⁻¹). Diniz et al. (2009a) também encontraram redução no rendimento de plantas de mamona cv. BRS 188 Paraguaçu quando o cultivo passou de 20.000 para 40.000 plantas ha⁻¹, causada por reduções no comprimento, no número de frutos e na massa dos racemos.

A relação das produtividades nos racemos e da produtividade total em grãos por plantas de mamona cv. Energia seguiu o mesmo comportamento observado na produtividade em bagas, ou seja, o rendimento produtivo em grãos pelos racemos primário, secundário e total é afetado significativamente pelo sistema de cultivo, enquanto que, no racemo terciário não foi encontrada diferenças significativas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios, em kg ha⁻¹, das produtividades de grãos nos racemos primário, secundário, terciário e total de plantas de mamona cv. BRS Energia em monocultivo e consorciada com plantas de feijão caupi cv. Setentão, Quixadá-CE, 2011.

| Tratamentos | Produtividade em Grãos (kg ha ⁻¹) | | | |
|---|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Primária | Secundária | Terciária | Total |
| Mamona : Feijão (10.000 : 40.000 plantas ha ⁻¹) | 576,04 a | 743,75 ab | 123,96 a | 1.443,75 ab |
| Mamona : Feijão (5.000 : 40.000 plantas ha ⁻¹) | 383,34 b | 455,21 b | 109,38 a | 947,92 b |
| Mamona : Feijão (5.000 : 20.000 plantas ha ⁻¹) | 385,42 b | 479,17 b | 170,84 a | 1.035,42 b |
| Mamona : Feijão (10.000 : 20.000 plantas ha ⁻¹) | 646,87 a | 837,50 a | 216,68 a | 1.701,04 a |
| Mamona (10.000 plantas ha ⁻¹) | 671,88 a | 964,59 a | 151,04 a | 1.787,50 a |
| Teste F (p) | 13,088 (p = 0,0002) | 9,778 (p = 0,0009) | 0,934 (p = 0,4766) | 9,022 (p = 0,0013) |
| CV (%) | 14,52 | 20,52 | 56,52 | 18,31 |
| Média (kg ha⁻¹) | 532,71 | 696,04 | 154,38 | 1.383,13 |
| DMS (kg ha⁻¹) | 174,37 | 321,99 | 154,38 | 570,94 |

Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

No monocultivo da mamona e nos consórcios com plantas de feijão caupi arranjadas nas populações de 10.000:40.000 plantas ha⁻¹ e 10.000:20.000 plantas ha⁻¹, respectivamente, obtiveram-se as maiores produtividades em grãos tanto nos racemos de primeira como nos de segunda ordem e na produtividade total (Tabela 3). A competição do feijão caupi não influencia significativamente o rendimento da mamona, permanecendo a competição intraespecífica o fator mais limitante.

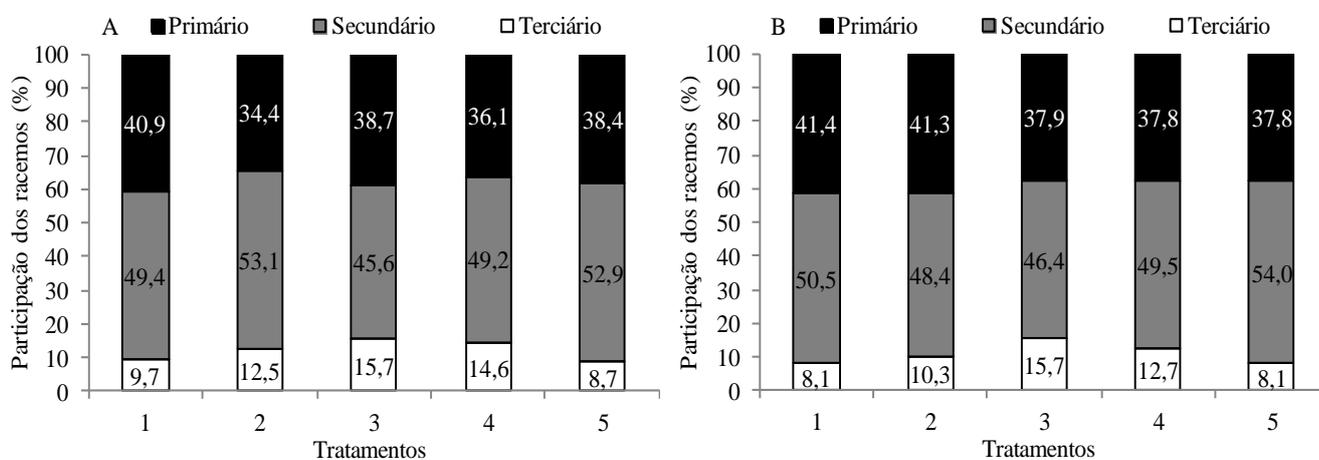
Avaliando o consórcio entre plantas de mamona com cultivares de feijão comum, Teixeira et al. (2011), não encontraram alterações em características produtivas e na produtividade da mamoneira. Teixeira et al. (2012),

também ressaltaram que o feijoeiro não interfere na produtividade da cultura da mamona.

Estudando a manipulação do crescimento da mamoneira cv. BRS Nordestina através da poda em diferentes densidades populacionais, Diniz et al. (2009b), obtiveram o maior rendimento em grãos no menor espaçamento, com 5.000 plantas ha⁻¹, que foi de 1.470,99 kg ha⁻¹. Já Severino et al. (2006), obtiveram redução na produtividade em grãos desta cultivar ao se aumentar o espaçamento entre linhas, com uma redução estimada na ordem de 423,31 kg ha⁻¹ a cada aumento de um metro no espaçamento entre fileiras, para o intervalo de 2,0 a 3,5 m equivalendo as populações de 5.000 e 2.857 plantas ha⁻¹, respectivamente. Freitas et al. (2010) e Diniz et al.

(2009a), com as respectivas cultivares BRS Energia e BRS 188 Paraguaçu obtiveram com as menores densidades as maiores produtividades, sendo de 1.727,27 (5.000 plantas ha⁻¹) e de 1.548,17 kg ha⁻¹ (5.000 plantas ha⁻¹), respectivamente.

A contribuição relativa dos racemos na produtividade de bagas e de grãos de mamoneira cv. BRS Energia em monocultivo e em consórcios com feijão caupi cv. Setentão podem ser observadas na Figura 2



Tratamentos: 1 – Consórcio mamoneira (10.000 plantas ha⁻¹): feijão caupi (40.000 plantas ha⁻¹); 2 – Consórcio mamoneira (5.000 plantas ha⁻¹): feijão caupi (40.000 plantas ha⁻¹); 3 – Consórcio mamoneira (5.000 plantas ha⁻¹): feijão caupi (20.000 plantas ha⁻¹); 4 – Consórcio mamoneira (10.000 plantas ha⁻¹): feijão caupi (20.000 plantas ha⁻¹); 5 – Monocultivo mamoneira (10.000 plantas ha⁻¹).

Figura 2. Participação percentual dos racemos de primeira, segunda e terceira ordem na produtividade de bagas (A) e de grãos (B) da mamoneira cv. BRS Energia cultivada em monocultivo e em consórcios com feijão caupi cv. Setentão em diferentes densidades de plantio, Quixadá-CE, 2011.

Os racemos de segunda ordem, independentemente do tratamento, foram os que tiveram as maiores contribuições na produtividade de bagas e de grãos com as respectivas médias de 50,1% e de 49,8% (Figura A e B). Em sequência, em termos de contribuição, encontram-se os racemos de primeira ordem com médias de 37,7% para as bagas e de 39,3% para os grãos, seguidos pelos racemos de terceira ordem com 12,2% para as bagas e 11,0% para os grãos.

As relações entre as participações dos racemos na produtividade total são determinadas por vários fatores, tais como: a cultivar, os tratamentos culturais adotados, a competição inter e intraespecífica e as variáveis climáticas. De acordo com Kumar et al. (1996), a eficiência do uso da radiação e do uso da água em plantas de mamoneira são menos variáveis no período antes do florescimento, os quais são fortemente influenciados pelos fatores climáticos. Dessa forma era esperado que a produtividade dos racemos primários expressasse maior participação na produtividade.

Avaliando densidades populacionais em mamoneira cv. BRS Energia sob cultivo irrigado, Alves (2009), observou diminuição dos racemos em função do aumento da população e da ordem dos racemos. Diniz et

al. (2009a), estudando o desbaste seletivo e população de plantas na cultura da mamoneira, verificaram que os racemos primários foram responsáveis por mais de 80% da produção de sementes. Já Corrêa et al. (2006), Souza et al. (2007) e Diniz et al. (2009b), com a cultivar BRS Nordestina identificaram que os racemos de segunda ordem tiveram a maior contribuição na produtividade total, com participação de 55,1; 47,7; 59,3%, respectivamente. Essas variações da participação na ordem de cada racemo na produção final ocorrem devido à densidade de plantio, assim aumentando a densidade, ocorre competição entre plantas por fatores de produção e entre partes da planta por fotoassimilados, sendo assim, os racemos de primeira ordem são beneficiados quando a população é elevada e quando essa população é reduzida, os racemos de segunda ordem participam mais efetivamente da produção. Nos maiores espaçamentos, há mais área de captação de luz, com as plantas em condições de competição igual às observadas em menores espaços; portanto, há produção mais elevada e arquitetura produtiva mais adequada, o que permite maior expressão do potencial de emissão de racemos pelas plantas.

total por plantas de mamona diferiu significativamente quando cultivadas em monocultivo e em consórcios com plantas de milho cv. BRS 206 (Tabela 5).

Consórcio mamona com milho

A produtividade de bagas dos racemos de primeira, segunda e terceira ordem como também a produtividade

Tabela 5. Valores médios, em kg ha⁻¹, das produtividades em bagas nos racemos primário, secundário, terciário e total por de plantas de mamona cv. BRS Energia em monocultivo e consorciada com plantas de milho híbrido BRS 206, Quixadá-CE, 2011

| Tratamentos | Produtividade em Bagas (kg ha ⁻¹) | | | |
|--|---|---------------------|--------------------|---------------------|
| | Primária | Secundária | Terciária | Total |
| Mamona : Milho (10.000 : 40.000 plantas ha ⁻¹) | 389,59 bc | 222,92 b | 33,33 ab | 645,83 b |
| Mamona : Milho (5.000 : 40.000 plantas ha ⁻¹) | 143,75 c | 56,25 b | 0,00 b | 200,00 b |
| Mamona : Milho (5.000 : 20.000 plantas ha ⁻¹) | 215,63 bc | 44,79 b | 0,00 b | 260,42 b |
| Mamona : Milho (10.000 : 20.000 plantas ha ⁻¹) | 504,17 b | 362,50 b | 56,25 ab | 922,92 b |
| Mamona (10.000 plantas ha ⁻¹) | 846,88 a | 1.208,34 a | 190,62 a | 2.245,83 a |
| Teste F (p) | 13,780 (p = 0,0002) | 12,611 (p = 0,0003) | 4,354 (p = 0,0210) | 11,801 (p = 0,0004) |
| CV (%) | 35,61 | 71,60 | 134,96 | 56,62 |
| Média (kg ha⁻¹) | 420,00 | 378,96 | 56,04 | 855,00 |
| DMS (kg ha⁻¹) | 337,25 | 611,71 | 170,52 | 1.091,40 |

Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As maiores produtividades foram obtidas no monocultivo da mamoneira para os racemos de primeira e de segunda ordem e na produtividade total com rendimentos de 846,88; 1.208,34 e; 2.245,83 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 5). Em relação aos racemos de terceira ordem, não foram encontradas diferenças significativas das produtividades obtidas no monocultivo e nos consórcios entre plantas de mamona e de milho nos arranjos populacionais de 10.000:40.000 plantas ha⁻¹ e de 10.000:20.000 plantas ha⁻¹, respectivamente, sendo que nos demais tratamentos não houve produção.

Segundo Beltrão et al. (2003), deve-se evitar o consórcio entre plantas de mamona consorciadas com gramíneas, em especial milho e sorgo, pois, estas são muito competitivas. Este fato é corroborado com os resultados desta pesquisa, onde a produtividade das plantas de mamona nos consórcios com plantas de milho aqui avaliados foram inferiores ao seu monocultivo, tanto nas produtividades dos racemos como também na produtividade total.

Ocorreu forte competição interespecífica, na qual o milho apresentou agressividade alta quando se aumentou a sua população no consórcio, em detrimento da população da oleaginosa, sombreando assim as plantas de mamoneira e competindo fortemente pela radiação solar que chegava

ao albedo do sistema de cultivo, reduzindo assim a formação de racemos de segunda e terceira ordem e consequentemente a produtividade.

Essa agressividade das plantas de milho sobre as plantas de mamona também podem ser observadas pelo elevado coeficiente de variação nas produtividades dos racemos primários (35,61%), secundários (71,60%), terciários (134,96%) e total (56,62%). A elevação do coeficiente de variação também aumentou em função da ordem do racemo, isso pode ser explicado com base na argumentação de Kumar et al. (1996), onde a eficiência do uso da radiação e do uso da água em plantas de mamona são menos variáveis no período antes do florescimento. Além do mais os racemos terciários são formados na fase final do ciclo das plantas, quando as condições climáticas não são favoráveis.

Outra argumentação possível, para a maior variação da produção na sequência dos racemos, basear-se na menor competição nos estádios iniciais de desenvolvimento das culturas em consórcio. Azevedo et al. (2007a), obteve os mais baixos índices de competitividade das culturas consortes, sorgo, milho e feijão caupi, nos sistemas nos quais tanto a mamoneira como as culturas consortes participam com as menores populações de plantas. Dessa forma, arranjos eficientes

entre plantas de mamona e de milho podem ser encontradas. No arranjo de fileiras entre plantas consorciadas de mamoneira e de milho os componentes de produção e nem o rendimento de bagas foram afetados (Azevedo et al., 2007b).

As produtividades em grãos por plantas de mamona cv. BRS Energia, para os racemos de primeira, segunda e terceira ordem como também a produtividade total, são afetadas pelo sistema de cultivo, monocultivo e consórcios com plantas de milho híbrido BRS 206 (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios, em kg ha⁻¹, das produtividades em grãos nos racemos primário, secundário, terciário e total por de plantas de mamona cv. BRS Energia em monocultivo e consorciada com plantas de milho híbrido BRS 206, Quixadá-CE, 2011

| Tratamentos | Produtividade em Grãos (kg ha ⁻¹) | | | |
|--|---|---------------------|--------------------|---------------------|
| | Primária | Secundária | Terciária | Total |
| Mamona : Milho (10.000 : 40.000 plantas ha ⁻¹) | 284,38 b | 138,54 b | 15,63 b | 438,54 b |
| Mamona : Milho (5.000 : 40.000 plantas ha ⁻¹) | 103,13 b | 35,42 b | 0,00 b | 138,54 b |
| Mamona : Milho (5.000 : 20.000 plantas ha ⁻¹) | 141,67 b | 27,08 b | 0,00 b | 168,75 b |
| Mamona : Milho (10.000 : 20.000 plantas ha ⁻¹) | 351,04 ab | 232,29 b | 30,21 ab | 613,54 b |
| Mamona (10.000 plantas ha ⁻¹) | 583,33 a | 779,17 a | 115,62 a | 1.478,13 a |
| Teste F (p) | 11,480 (p = 0,0005) | 11,428 (p = 0,0005) | 5,443 (p = 0,0098) | 11,043 (p = 0,0005) |
| CV (%) | 38,62 | 76,00 | 128,09 | 57,87 |
| Média (kg ha⁻¹) | 292,71 | 242,50 | 32,29 | 567,50 |
| DMS (kg ha⁻¹) | 254,86 | 415,54 | 93,25 | 740,42 |

Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

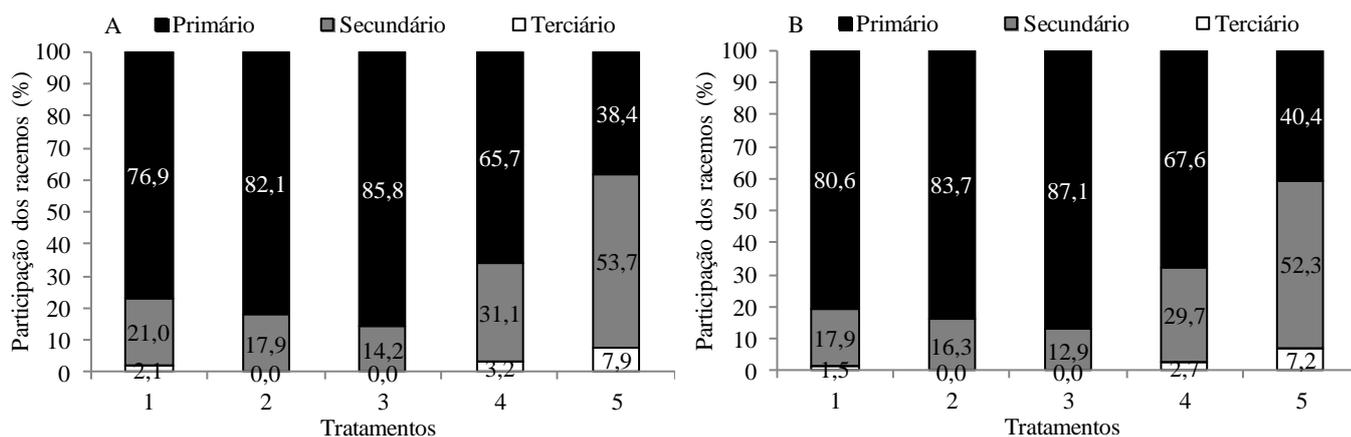
No monocultivo de plantas de mamona foi obtida a maior produtividade em grãos, não havendo diferença estatística em relação à produtividade obtida com o consórcio com plantas de milho arrançadas na população de 10.000:20.000 plantas ha⁻¹, respectivamente, e superior aos demais tratamentos para os racemos de primeira e de terceira ordem (Tabela 6). Já para o racemo de segunda ordem e para a produtividade total de grãos, o monocultivo da mamona superou a produção nos consórcios.

A redução da densidade populacional de plantas de mamona como a competição com plantas de milho foram fatores que afetaram negativamente a produtividades dos racemos e a produtividade total em grãos.

Em termos da densidade populacional de plantas em consórcio, Azevedo et al. (1998), observaram que o

rendimento das culturas mamona e milho em consórcio cresceu com o aumento de suas próprias populações e nenhum componente da produção contribuiu para este efeito, exceto população. Já em relação à competição de culturas consortes, Pinto et al. (2011), observaram através da produtividade e de índices de competição que a cultura da mamona cv. BRS Energia é dominada pelas culturas, do gergelim cv. Seda, do algodão cv. Aroeira, do milho cv. Catingueira e do feijão de corda cv. Patativa.

A contribuição relativa dos racemos na produtividade em bagas e em grãos por plantas de mamona cv. BRS Energia em monocultivo e em consórcios com plantas de milho híbrido BRS 206 podem ser observadas na Figura 3 (A e B, respectivamente).



Tratamentos: 1 – Consórcio mamona (10.000 plantas ha⁻¹) : milho (40.000 plantas ha⁻¹); 2 – Consórcio mamona (5.000 plantas ha⁻¹) : milho (40.000 plantas ha⁻¹); 3 – Consórcio mamona (5.000 plantas ha⁻¹) : milho (20.000 plantas ha⁻¹); 4 – Consórcio mamona (10.000 plantas ha⁻¹) : milho (20.000 plantas ha⁻¹); 5 – Monocultivo mamona (10.000 plantas ha⁻¹).

Figura 3. Contribuição relativa, em percentagem, dos racemos de primeira, segunda e terceira ordem na produtividade total em bagas (A) e em grãos (B) da mamoneira cv. BRS Energia cultivada em monocultivo e em consórcios com plantas de milho híbrido BRS 206, Quixadá-CE, 2011

Os racemos de primeira ordem, independentemente do tratamento, foram os que tiveram as maiores contribuições na produtividade total em bagas e em grãos com as respectivas médias de 69,8% e de 71,9% (Figura A e B, respectivamente). Em sequência, em termos de contribuição, encontram-se os racemos de segunda ordem com médias de 27,6% para as bagas e de 25,8% para os grãos, seguidos pelos racemos de terceira ordem com 2,6% para as bagas e 2,3% para os grãos.

Esses dados acompanham o raciocínio de Kumar et al. (1996), onde afirmam que a eficiência do uso da radiação e do uso da água em plantas de mamona são menos variáveis no período antes do florescimento, os quais são fortemente influenciados pelos fatores climáticos. Essa maior participação dos racemos primários na produtividade total também pode ter sido a menor competição nos estádios iniciais de desenvolvimento das culturas consorciadas, o que não prejudicou a exploração da cultura da mamona pelos recursos disponíveis, água, luz, nutrientes, entre outros.

Alves (2009) avaliando densidades populacionais e Diniz et al. (2009a) desbastes seletivos e populações também obtiveram dos racemos primários as maiores participações na produtividade total da mamoneira cv. BRS Energia e BRS 188 Paraguaçu, respectivamente. Já Corrêa et al. (2006), com a cv. BRS Paraguaçu, independentemente das plantas serem cultivadas em monocultivo ou nos consórcios com feijão caupi ou com sorgo, tiveram a maior participação na produção do racemo secundário.

A mamoneira cv. BRS Nordestina nas populações de 2.500 e 5.000 plantas ha⁻¹ também tiveram a maior contribuição na produtividade total dos racemos de segunda ordem (Diniz et al., 2009b). Para esta mesma cultivar Souza et al. (2007) observaram que o racemos secundários, independentemente da época de plantio e do

manejo de irrigação, possuíram a maior participação na produção.

Dessa forma, observa-se que a importância da contribuição do racemo na produção final é muito variável, dependendo de vários fatores tais como: cultivar utilizada, competição intra e interespecífica, manejo cultural e condições climáticas.

CONCLUSÕES

O principal fator que interfere no rendimento de bagas e de grãos, no consórcio entre plantas de mamona cv. BRS Energia com plantas de feijão caupi cv. Setentão é a redução da população das plantas de mamona, sendo que, os racemos secundários tiveram a maior participação na produção, seguidos pelos racemos de primeira e de terceira ordem.

No consórcio entre plantas de mamona cv. BRS Energia com plantas de milho híbrido BRS 206, tanto a redução da população das plantas de mamona com a competição com plantas de milho, independentemente da população desta cultura, afetaram negativamente o rendimento em bagas e grãos de mamona, sendo que, a participação dos racemos na produtividade total obedeceu a sequência do primário ao terciário.

A mamona quando consorciada em diversos arranjos de plantio com plantas de feijão caupi apresentou rendimentos satisfatórios, que aumentou com o incremento da população da própria mamoneira. Já quando esta foi consorciada com milho, apresentou baixos rendimentos de bagas e grãos, sendo todos os arranjos da oleaginosa com a gramínea inferiores ao monocultivo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. da S. Densidade populacional e seu efeito no crescimento e produtividade da mamoneira Brs energia sob cultivo irrigado. 2009. 135p. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- AZEVEDO, D. M. P. DE; BELTRÃO, N. E. DE M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J. W. DOS; LEÃO, A. B. Rendimento e eficiência agrônômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semi-árido nordestino. *Rev. bras. ol. fibras.*, Campina Grande, v.11, n.3, p.145-162, 2007a.
- AZEVEDO, D. M. P. DE; BELTRÃO, N. E. DE M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J. W. DOS; LEÃO, A. B. Arranjos de fileiras no consórcio mamoneira com milho no semi-árido paraibano. *Rev. bras. ol. fibras.*, Campina Grande, v.11, n.2, p.97-105, 2007b.
- AZEVEDO, D. M. P. DE; SANTOS, J. W. DOS; BELTRÃO, N. E. DE M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; NÓBREGA, L. B. DA; VIEIRA, D. J.; PEREIRA, J. R. População de plantas no consorcio mamoneira/milho. I - Produção e componentes da produção. *Rev. bras. ol. fibras.*, Campina Grande, v.2, n.2, p.141-146, 1998.
- AZEVEDO, D. M. P. DE; SANTOS, J. W. DOS; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; PEREIRA, J. R.; VIEIRA, D. J., NÓBREGA, L. B. DA., PEREIRA, J. R. Efeito de população de plantas no consórcio mamoneira/milho. II. Eficiência Agrônômica. *Rev. ol. fibras.*, Campina Grande, v.5, n.1, p.255–265, 2001.
- BELTRÃO, N. E. DE M. MELO, F. DE B.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. Mamona: Árvore do Conhecimento e Sistemas de Produção para o Semi-Árido Brasileiro. EMBRAPA, Campina Grande, 2003. (Circular Técnica, n° 70).
- BEZERRA-NETO, F.; ROGICHAUX, R. H. Spacial arrangement end density effects on an annual cotton/cowpea/maize intercrop. II. Yield and Biomass. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 10, p.1029-1037, 1997.
- CHAND, P.; SUJATHA, M. Castor based intercropping systems - a review. *Agricultural Review, Indian*, v. 21, n. 4, p. 244-248, 2000.
- CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, J. A. F.; PITOMBEIRA, J; B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 200-207, 2006.
- COSTA, M. N. DA; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. DE L. A.; FREIRE, E. C.; NÓBREGA, M. B. DE M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. DE. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 41, n. 11, p. 1617-1622, 2006.
- DINIZ, B. L. M. T.; TÁVORA, F. J. A. F.; DINIZ-NETO, M. A. Manipulação do crescimento da mamoneira através da poda em diferentes densidades populacionais. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 570-577, 2009b.
- DINIZ, B. L. M. T.; TÁVORA, F. J. A. F.; DINIZ-NETO, M. A.; BEZERRA, F. M. L. Desbaste seletivo e população de plantas na cultura da mamoneira. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 247-255, 2009a.
- DUARTE, J. DE O. GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. DE. Economia da produção. In: Cruz, J. C. (ed.). *Cultivo do milho*. 7ª Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011 (Sistema de Produção, 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>> Acesso: 4 de setembro de 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FREIRE, R. M. M.; SEVERINO, L. S.; MACHADO, O. L. T. RICINOQUÍMICA E CO-PRODUTOS. In: Azevedo, D. M. P. de; Beltrão, N. E. de M. *O agronegócio da mamona no Brasil*. 2. ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2007. cap. 19, p. 451-473.
- FREITAS, J. G.; SILVA, J. C. A. DA; MOTA, J. R.; SILVA, G. A. DA. Comportamento da cultivar de mamona BRS energia cultivada sob duas densidades de plantio em Irecê, BA. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4, e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa. Resumos ... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1213-1217.
- KUMAR, P. V.; SRIVASTAVA, N. N.; VICTOR, U. S.; GANGADHAR-RAO, D.; SUBBA-RAO, A. V. M.; RAMAKRISHNA, Y. S.; RAMANA-RAO, B. V. Radiation and water use efficiencies of rainfed castor beans (*Ricinus communis* L.) in relation to different weather parameters. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 81, p. 241-253, 1996.
- PINTO, C. DE M.; SIZENANDO-FILHO, F. A.; CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Produtividade e índices competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. *Revista Verde*, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.
- RIBEIRO, V. Q. (Ed.). *Cultivo do feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp)*. Teresina: Embrapa Meio-Norte,

2002. 108 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção, 2).

SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. DE A.; GONDIM, T. M. DE S.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. DE M. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.37, n.1, p.50-54, 2006.

SILVA, S. M. DE S. E; MAIA, J. M.; ARAÚJO, Z. B. DE; FREIRE FILHO, F. R. Composição química de 45 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina-PI: EMBRAPA, 2002. 2p. (Comunicado Técnico, 149).

SILVA, T. R. B. DA; LEITE, V. E.; SILVA, A. R. B. DA.; VIANA, L. H. Adubação nitrogenada em cobertura da mamona em plantio direto. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 42, n. 09, p. 1357-1359, 2007.

SOUZA, A. DOS S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II – crescimento e produtividade. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.38, n.4, p.422-429, 2007.

SUERDIECK, S. S. Políticas públicas de fomento ao biodiesel na Bahia e no Brasil: impactos socioeconômicos e ambientais com a regulamentação recente. Bahia Análise & Dados, Salvador, v. 16, n. 1, p. 65-77, jun. 2006.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C. DA; OLIVEIRA, J. A. DE P.; TIMOSSI, P. C. Arranjos de plantas do feijoeiro-comum consorciado com mamona. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 85-91, 2012.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C. DA; TIMOSSI, P. C.; SILVA, A. G. DA; Desempenho agrônomico de cultivares de feijão-comum consorciado com mamona. Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 55-61, 2011.