



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**CONSÓRCIO DE MAMONA COM FEIJÃO-CAUPI E  
GERGELIM NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

**GUILHERME DE FREITAS FURTADO**

**POMBAL – PB**

**2013**

GUILHERME DE FREITAS FURTADO

**CONSÓRCIO DE MAMONA COM FEIJÃO-CAUPI E  
GERGELIM NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Monografia apresentada à Coordenação do  
Curso de Agronomia da Universidade Federal  
de Campina Grande, como parte dos  
requisitos exigidos para a obtenção do grau  
de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D.Sc. Anielson dos Santos Souza

**POMBAL – PB**

**2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- F992c Furtado, Guilherme de Freitas.  
Consórcio de mamona com feijão-caupi e gergelim no semiárido paraibano / Guilherme de Freitas Furtado. – Pombal, 2013.  
68 f. : il. color.
- Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.
- "Orientação: Prof. D.Sc. Anielson dos Santos Souza".  
Referências.
1. Mamona (*Ricinus communis L.*) - Cultivo. 2. Sistema de Manejo.  
3. Sequeiro. I. Souza, Anielson dos Santos. II. Título.

CDU 633.85(043)

GUILHERME DE FREITAS FURTADO

**CONSÓRCIO DE MAMONA COM FEIJÃO-CAUPI E  
GERGELIM NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Aprovada em:    /    / 2013

BANCA EXAMINADORA:

---

Orientador: Professor D.Sc. Anielson dos Santos Souza  
Universidade Federal de Campina Grande/CCTA/UAGRA

---

Examinador: Professor D.Sc. Francisco Hevilásio Freire Pereira  
Universidade Federal de Campina Grande/CCTA/UAGRA

---

Examinador: Professor D.Sc. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga  
Universidade Federal de Campina Grande/CCTA/UAGRA

*A Deus  
Aos meus pais, Maria Aparecida de Freitas Furtado e  
José Juca Furtado, pelo constante apoio, carinho,  
compreensão e, sobretudo, pelo exemplo de pessoas  
que são para mim.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por todas as conquistas e bênçãos concedidas na minha vida.

Aos meus pais, José Juca Furtado, e em especial a minha mãe Maria Aparecida de Freitas Furtado por tudo que fez e faz por mim. Se hoje sou uma pessoa vitoriosa devo a você, que desde cedo me ensinou o valor da educação e nunca mediu esforços para que eu estudasse. Às vezes me pergunto se eu sou merecedor de ter uma mãe como você, mãe, amiga e companheira de todas as horas. Uma pessoa de um caráter digno de poucos. Quisera eu um dia ter a coragem a garra, a força de vontade e a vontade de vencer que essa mulher tem. Por isso minha mãe, “mainha”, quero dizer MUITO OBRIGADO POR TUDO! TE AMO!

Aos meus irmãos, Bruno Eduardo de Freitas Furtado e Ana Jéssica de Freitas Furtado pelo companheirismo e amizade.

Ao meu orientador o professor, Anielson dos Santos Souza, pelos ensinamentos, pela confiança em mim depositada e pela forte amizade firmada durante esse percurso.

Aos meus companheiros de apartamento e de luta Jônatas Raulino Marques de Sousa e José Raimundo de Sousa Junior.

A todos os professores do CCTA pelos ensinamentos recebidos, grandes responsáveis pelo meu desenvolvimento.

Aos meus amigos, Rodolfo, Helton, Geovani, Laureane, Saulo e Elysson, pela amizade sincera, pelo companheirismo, ajuda que sempre me deram.

Aos examinadores, Francisco Hevilásio Freire Pereira e Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga, pela disponibilidade de tempo para correção e avaliação

deste trabalho, fico agradecido pelas sugestões que são fundamentais no aprimoramento do trabalho.

A todos meus amigos que conquistei durante o curso, que tive a oportunidade de compartilhar sala de aula e trocar experiências e a todos que me ajudaram direta ou indiretamente, que prefiro não arriscar nomes para não cometer a injustiça de deixar alguém esquecido, fica aqui meus sinceros agradecimentos.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitação pluvial na área experimental durante o ano de 2011. Fonte: EMATER. Pombal – PB, 2012.....27
- Figura 2.** Semeadura do feijão - caupi sendo feita em covas (A) e do gergelim em sulcos (B). Pombal – PB, 2011.....30
- Figura 3.** Consórcio BRS Nordestina com Feijão - caupi (A) e IAC 2028 com Gergelim (B). Pombal – PB, 2012.....30
- Figura 4.** Controle das plantas daninhas através de capinas manuais em parcela sob monocultivo de gergelim. Pombal – PB, 2011.....31
- Figura 5.** Cultivar BRS Nordestina (A) e IAC 2028 (B). Pombal – PB, 2011.....32
- Figura 6.** Cultivar de feijão-caupi BRS Novaera. Pombal – PB, 2011.....33
- Figura 7.** Cultivar de gergelim BRS Seda, apresentando sua flor (A) e frutos (B). Pombal – PB, 2011.....34
- Figura 8.** Distribuição das parcelas na área experimental. Pombal – PB, 2011.....35
- Figura 9.** Pesagem dos racemos (A) e repetições identificadas em sacos (B). Pombal – PB, 2011.....38

<b>Figura 10.</b> Protótipo fornecido pela Embrapa Algodão, para beneficiamento da mamoneira. Pombal – PB, 2011.....	39
<b>Figura 11.</b> Altura de plantas (A) e altura de inserção do racemo primário (B) de duas cultivares de mamonas cultivadas em diferentes sistemas de cultivo. As letras diferentes em cada coluna indicam diferença estatística entre as médias pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ). Pombal - PB, 2013.....	42
<b>Figura 12.</b> Comprimento médio do racemo de duas cultivares de mamonas cultivadas em diferentes sistemas de cultivo. As letras diferentes em cada coluna indicam diferença estatística entre as médias do tratamento pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ). Pombal - PB, 2013.....	45
<b>Figura 13.</b> Percentagem de debulha (%) da mamoneira cultivada sob diferentes sistemas de cultivo. As letras diferentes em cada coluna indicam diferença estatística entre as médias do tratamento pelo teste F a ( $p \leq 0,05$ ). Pombal – PB, 2013.....	51
<b>Figura 14.</b> Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total (%) da mamoneira IAC 2028 (A) e BRS Nordestina (B) cultivada em diferentes sistemas de cultivo, Pombal – PB, 2013.....	53

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Caracterização física do solo da área experimental. Pombal – PB, 2011.....28
- Tabela 2.** Caracterização química do solo da área experimental. Pombal – PB, 2011.. .....28
- Tabela 3.** Resumos das análises das variâncias para os dados de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DIAC), altura de inserção do racemo primário (AIRP) e número de internódios (NINT) de duas cultivares de mamona em diferentes sistemas de cultivo. Pombal - PB, 2013.....41
- Tabela 4.** Desdobramento da interação SC x C para diâmetro do caule da mamoneira. Pombal - PB, 2013.....43
- Tabela 5.** Resumos das análises das variâncias para os dados de comprimento do racemo (CORAC), massa do racemo (MRAC), número de frutos por racemo (NFRAC), número de racemos por planta (NRP) de cultivares de mamona em diferentes sistemas de cultivo. Pombal - PB, 2013.....44
- Tabela 6.** Desdobramento da interação SC x C para massa do racemo da mamoneira. Pombal – PB, 2013.....46
- Tabela 7.** Desdobramento da interação SC x C para número de frutos por racemo da mamoneira. Pombal – PB, 2013.....47
- Tabela 8.** Resumos das análises das variâncias para os dados de produção de grãos por planta, produtividade de grãos e percentagem de debulha (% Debulha) de duas cultivares de mamona em diferentes sistemas de cultivo. Pombal – PB, 2013.....48

<b>Tabela 9.</b> Desdobramento da interação SC x C para produção de grãos por planta da mamoneira. Pombal – PB, 2013.....	49
<b>Tabela 10.</b> Desdobramento da interação SC x C para produtividade de grãos. Pombal – PB, 2013.....	50
<b>Tabela 11.</b> Produtividade das culturas e valores do índice de uso eficiente da terra (UET) para os sistemas de cultivo das cultivares de mamona BRS Nordestina e IAC 2028. Pombal – PB, 2013.....	55
<b>Tabela 12.</b> Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da cultivar IAC 2028. Pombal – PB, 2013.....	56
<b>Tabela 13.</b> Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da cultivar de mamona BRS Nordestina. Pombal – PB, 2013.....	57

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>V.</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>VII.</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>XII.</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XIII.</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14.</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16.</b>
2.1 Cultura da mamona.....	16.
2.2 Cultura do feijão - caupi .....	19.
2.3 Cultura do gergelim .....	21.
2.4 Consorciamento de culturas.....	22.
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>26.</b>
3.1 Localização e caracterização da área experimental .....	26.
3.2 Implantação do experimento .....	28.
3.2.1 Preparo do solo e adubação .....	29.
3.2.2 Semeadura e tratos culturais .....	29.
3.3 Culturas e cultivares utilizadas no experimento .....	31.
3.4 Delineamento experimental.....	34.
3.5 Características avaliadas .....	35.
3.5.1 Mamona .....	35.
3.5.1.1 Número de internódios e altura de inserção do racemo primário ....	35.
3.5.1.2 Diâmetro do caulinar e altura de plantas .....	35.
3.5.1.3 Número de racemos por planta e comprimento do racemo .....	36.
3.5.1.4 Massa do racemo e número de frutos por racemo .....	36.
3.5.1.5 Produção de grãos por planta e potencial produtivo.....	36.
3.5.1.6 Percentagem de debulha e contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total .....	36.
3.5.2 Gergelim e Feijão - caupi .....	37.
3.6 Colheita e beneficiamento.....	38.
3.7 Análise estatística .....	39.
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>41.</b>

4.1	Altura de plantas, diâmetro do caule, altura de inserção do racemo primário e número de internódios.....	41.
4.2	Comprimento do racemo, massa do racemo, número de frutos por racemo e número de racemos por planta.....	43.
4.3	Produção de grãos por planta, estimativa da produtividade de grãos por hectare e Percentagem de debulha de grãos (%) .....	47.
4.4	Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total (%).....	51.
4.5	Uso eficiente da terra .....	53.
4.6	Estudo de correlações .....	55.
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>58.</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59.</b>

FURTADO, G. F. **Consórcio de mamona com feijão - caupi e gergelim no semiárido Paraibano**. Pombal: UFCG, 2013. 68 f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

## RESUMO

Cultivos consorciados representam opção para elevar o uso eficiente da terra (UET) e diversificar a produção. Objetivou-se avaliar o desempenho de duas cultivares de mamona, em cultivo isolado e consorciado com feijão-caupi e gergelim em Pombal - PB. O experimento foi realizado no período de março a novembro de 2011 em condições de sequeiro no sítio Monte Alegre de baixo em solo de textura franco arenosa. O delineamento foi o de blocos ao acaso em fatorial  $2 \times 3 + 2$ , sendo 2 cultivares de mamona (IAC 2028 e BRS Nordestina), 3 sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio com feijão-caupi ou gergelim) mais 2 tratamentos adicionais (feijão-caupi e gergelim em monocultivo) com 4 repetições. Na mamoneira foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas; diâmetro caulinar; número de internódios, altura de inserção do racemo primário, número de racemos por planta, comprimento do racemo; massa do racemo, número de frutos por racemo, produção de grãos por planta, potencial produtivo, percentagem de debulha, participação relativa das ordens dos racemos e coeficiente de correlação. Nas culturas do feijão-caupi e gergelim foram coletados os dados de produtividade os quais foram utilizados para avaliação e determinação do Uso Eficiente da Terra (UET) dos sistemas consorciados. Verificou-se que a cv. IAC 2028 produziu maior número de frutos por racemo, sendo esses de maior massa em relação à BRS Nordestina, o que resultou em maior produtividade,  $826 \text{ kg ha}^{-1}$ . Em relação ao UET a BRS Nordestina possui melhor adaptação ao consórcio, especialmente com feijão-caupi, onde houve 46% de vantagem em relação ao monocultivo. Dentre as culturas testadas a melhor opção de cultura companheira para o cultivo consorciado da mamoneira na região é o feijão-caupi.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., sistema de manejo, sequeiro.

FURTADO, G. F. **Intercropped of castor bean with cowpea and sesame in the semiarid of the Paraíba**. Pombal: UFCG, 2013. 68 f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande. Center of Sciences and Technology Agroalimentar. Pombal - PB.

## ABSTRACT

The intercropped represent option to increase the land equivalent ratio (L.E.R.) and diversify production. The purpose of this study was evaluate the two castor bean cultivars, in regime single ones and intercropped with sesame and cowpea in Pombal - PB. The experiment was conducted from March to November 2011 under rainfed conditions at the site of Monte Alegre low in loamy sand soil. The experimental design was a randomized block design in a 2 x 3 + 2, 2 castor bean cultivars (IAC 2028 and BRS Nordeste), 3 cropping systems (monoculture and intercropped with beans - cowpea or sesame) plus 2 additional treatments (bean - in monoculture cowpea and sesame) with 4 replications. In castor bean were evaluated the following characteristics: plant height, stem diameter, number of internodes, insertion height of the primary raceme, number of racemes per plant, length of raceme; mass of cluster, number of fruits per cluster, grain yield per plant, production potential, percentage threshing, the relative share of the orders of racemes and correlation coefficient. In cultures of cowpea and sesame were collected productivity data which were used for evaluation and determination of L.E.R us intercropping systems. The results, found that the IAC 2028 produced more no. fruit/raceme, being these of greatest mass in relation to BRS Nordeste, which resulted in higher productivity, 826 kg ha<sup>-1</sup>. By calculating the L.E.R. the BRS Nordeste have an adaptation to the intercrop, especially with cowpea, where there were 46% of advantage in relation to single ones. In the intercrop cultivars of mid cycle have been prioritized with partners of the low size, and single ones early cultivars and short cycle are recommended.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., management system, dry land.

## 1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa que se destaca pelo seu elevado valor socioeconômico para o semiárido, seja como cultura alternativa de conhecida resistência à seca ou como fator fixador de mão – de – obra no campo, garantindo emprego e matéria-prima indispensável ao desenvolvimento do país, cujos seus produtos e coprodutos são utilizados na indústria ricinoquímica e na agricultura, além da possibilidade de o óleo extraído de suas sementes ser utilizado na produção de bicomcombustível (RIBEIRO et al., 2009). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de mamona, sendo o Estado da Bahia o maior produtor brasileiro, com uma área colhida de 140 mil hectares e produção de 106,4 mil toneladas e produtividade média de 760 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2009/2010 (CONAB, 2011). Em 2012 a produção nacional foi de 25,7 mil toneladas com uma área de 129,6 mil hectares e uma produtividade média de 199 Kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2012).

Com o lançamento do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), em 2004, houve maior incentivo por parte do governo brasileiro para a produção de mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel, favorecendo maior inclusão social do homem do campo (OLIVEIRA et al., 2009). Apesar de a mamoneira ter sido indicada no início do programa como principal matéria-prima para produção de biodiesel, hoje já se sabe, que devido ao alto valor econômico do óleo de mamona, tal produto tem sido destinado para outras finalidades com maior valor agregado, sendo a demanda atual para produção de biodiesel atendida pela cultura da soja.

Devido a algumas práticas adotadas no sistema de cultivo da mamona, sobretudo em relação ao grande espaçamento entre fileiras que expõem a cultura e o ambiente de cultivo a problemas de erosão e de interferência de plantas daninhas pela menor taxa de cobertura vegetal obtida. Tais problemas podem ser minimizados com o cultivo intercalar de culturas de outras espécies. Vale lembrar, que além dos problemas de ordem climática que ocorrem nas regiões produtoras da cultura, o seu manejo inadequado tem provocado sérios danos à lavoura e os índices de produtividade estão sempre aquém do que a cultura realmente pode atingir. Diante disso, o estabelecimento de sistemas de cultivos racionais com a

adoção de tecnologias mais apropriadas aliadas ao uso de cultivares mais adaptadas a cada região de cultivo poderá alavancar os baixos valores de produtividade obtidos até o momento. Uma prática que pode auxiliar em tal empreitada é a consorciação de cultura que pode gerar benefícios econômicos e ambientais por diversificar a produção na propriedade rural.

As informações disponíveis sobre a resposta da mamoneira a plantios consorciados na região referem - se a cultivares antigas, já em desuso. Recentemente novos materiais, mais produtivos, foram desenvolvidos pela Embrapa Algodão, e o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Destacam-se as cultivares BRS Nordeste e IAC 2028, com maior potencial de produtividade, e início de floração mais precoce que os genótipos tradicionais. A avaliação desses novos materiais em plantios múltiplos consorciados com a cultura do feijão - caupi e gergelim, em regime de sequeiro, sobressaem em importância. Daí a necessidade de estudos regionais com a cultura para melhor inferir-se sobre o seu potencial de produtividade, envolvendo diferentes formas de manejo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta de duas cultivares de mamona, em cultivo isolado e consorciado com feijão-caupi e gergelim no município de Pombal - PB.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A Cultura da Mamona

A mamoneira, rícino, palma de cristo ou carrapateira como é mais conhecida, tem sua origem possivelmente da Etiópia, leste da África, bastante resistente à seca e heliófila, requer em média 500 mm de chuvas para o seu crescimento e desenvolvimento e temperatura do ar entre 20 e 30°C, sendo seu ótimo de 23°C e altitude entre 300 e 1.500 m, sendo este último um dos critérios utilizados para a realização do Zoneamento da Mamoneira (BELTRÃO et al., 2003a).

A altitude pode influenciar a planta da mamoneira por diversos fatores, como nebulosidade, umidade e pressão de oxigênio, mas principalmente pela temperatura, a qual tende a decrescer à medida que a altitude aumenta.

Não existem informações precisas sobre a época de sua introdução no Brasil, mas a maioria dos autores acredita que a mamoneira tenha sido introduzida no país pelos colonizadores portugueses, no primeiro século do descobrimento (HEMERLY, 1981; VASCONCELOS, 1990). No Brasil a planta se aclimatou extraordinariamente, sendo encontrada vegetando em estado subespontâneo em quase todo o território nacional (GONÇALVES et al., 1981).

A mamoneira pertence à família Euphorbiaceae, que engloba vasto número de tipos de plantas nativas da região tropical, a qual contém cerca de 290 gêneros e aproximadamente 7.500 espécies, sendo a espécie *Ricinus communis* L. a única conhecida (SAVY FILHO et al., 1999; RODRIGUES et al., 2002; SAVY FILHO, 2003). Segundo tais autores na classificação de Engler *Ricinnus communis* L. tem a seguinte posição sistemática: Divisão Angiospermae; Classe Dicotyledoneae; Subclasse Archichlamydeae; Ordem Geraniales; Família Euphorbiaceae; Subfamília Euphorbioideae; Tribo Crotonaeae; Gênero Ricinus e Espécie *Ricinus communis* (Linnaeus).

É uma planta de hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos, podendo ou não possuir cera no caule e no pecíolo. Os frutos, em geral, possuem espinhos e, em alguns casos, são inermes. As sementes apresentam-se com diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de

coloração, e delas se extrai industrialmente um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial (RODRIGUES FILHO, 2000; SAVY FILHO, 2005).

A mamoneira apresenta grande complexidade morfofisiológica, tendo crescimento indeterminado, consistindo de uma série de caules ou ramos encerrados por um racemo, numa disposição simpodial, sendo as flores masculinas na parte inferior e femininas na parte superior de cada racemo, tendo sua polinização do tipo anemófila, possuindo várias características relacionadas ao porte, ao ciclo, na sexualidade e em outros aspectos, possuindo grande variabilidade entre as cultivares (TÁVORA, 1982; BELTRÃO & SILVA, 1999; BELTRÃO et al., 2007). A disposição de flores de dois sexos na mesma inflorescência caracteriza a mamoneira como planta monóica (SAVY FILHO, 2005). Possui metabolismo fotossintético do tipo C3, as folhas podem ser simples, alterno-espirladas, longo-pecioladas, plenas ou sulcadas, com lobos dentados (AVELAR et al., 2005).

O fruto da mamoneira é uma baga espinhosa, composta geralmente de três lojas, cada loja contém uma semente. O sistema radicular da mamona é do tipo pivotante, com uma raiz principal que atinge grandes profundidades. Apresenta pouco desenvolvimento de raízes laterais, porém de aspecto robusto. Apresenta uma forte emissão de radículas ao longo das raízes, o que proporciona uma grande área de absorção de umidade e nutrientes do solo sendo estas responsáveis por grande parte da nutrição da planta. Em regiões semiáridas a taxa de crescimento da raiz é maior que a da parte aérea, o que demonstra que a planta fortalece primeiro o seu sistema de fixação e de absorção para que possa suportar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (SAVY FILHO, 2005).

A mamoneira produz em média três importantes ordens de racemos denominados de primários, secundários e terciários. Todavia, sob condições naturais, a mamoneira pode produzir muitos racemos, dependendo do número de ramificações laterais que se desenvolvem progressivamente com o avanço do ciclo fenológico. Tais ramificações tornam-se indesejáveis quando a colheita é feita de forma mecanizada (KOUTROUBAS et al., 1999).

É cultivada na maioria dos países com climas tropicais e subtropicais e em alguns casos nos de clima temperado onde apresenta crescimento reduzido (DUKE, 1983), sendo o clima quente e úmido mais propício para seu

desenvolvimento, necessitando de estações bem definidas, chuvosa na fase inicial de crescimento e seca na época da maturação e colheita dos racemos. Trata-se de uma planta tipicamente tropical, apesar do cultivo ter se intensificado fora dos trópicos. Entretanto, devem-se evitar regiões excessivamente úmidas e com problemas de drenagem, bem como áreas sujeitas a inundações prolongadas no período chuvoso, pelo fato de a mamoneira ser sensível ao excesso de umidade (TÁVORA, 1982).

A mamoneira é exigente em fertilidade do solo, sendo considerada uma planta esgotante do solo e a exportação de nutrientes minerais pelos frutos é de aproximadamente 80 kg de N, 18 kg de  $P_2O_5$  e 13 kg de  $K_2O$  para uma produção de 2.000 kg  $ha^{-1}$  de sementes (CANECCHIO FILHO & FREIRE, 1958). Nakagawa & Neptune (1971) encontraram, para a mesma produção, a retirada de 73,84 kg de N, 15,42 kg de  $P_2O_5$  e 24,32 kg de  $K_2O$ .

O Brasil foi durante décadas, o maior produtor mundial de mamona em grão e maior exportador de óleo. Contudo, em 1982 e 1993, Índia e China superaram o Brasil e tornaram-se respectivamente o primeiro e segundo maiores produtores de mamona do mundo. Além da maior área cultivada, a Índia tem conseguido obter produtividades superiores às brasileiras, com o máximo de 1.238 kg  $ha^{-1}$  alcançado em 2004 (FAO, 2012). No Brasil, segundo Conab, a produtividade média teve seu máximo em 2006, com 703 kg  $ha^{-1}$ .

A região Nordeste é responsável por mais de 82% da produção nacional, com uma área colhida de 123,9 mil hectares e produção de 24,3 mil toneladas em 2011, sendo a Bahia o maior estado produtor com 69% da produção nacional seguido do Ceará com 10,4% da produção nacional. Quando comparadas as safras de 2011 e 2012 verifica-se uma redução de 115,5 mil toneladas o que corresponde a uma redução de 81,7% na produção nacional. Com relação à área plantada verifica-se uma redução de 89,7 mil hectares, o que corresponde a uma redução de 40,9% (CONAB, 2012). Todavia, segundo o mesmo órgão estima-se que para o ano de 2013 um aumento de 56,2 mil toneladas o que corresponde o acréscimo de 224,6% na produção nacional em relação à safra anterior.

Devido à extraordinária capacidade de adaptação e a multiplicidade de aplicações industriais do óleo de suas sementes, a mamoneira inclui-se entre as

oleaginosas tropicais de maior valor econômico e estratégico na atualidade (SOUZA, 2007), sendo seu óleo muito utilizado na fabricação de tintas, vernizes, sabões, fibras sintéticas, plástico, corantes, anilina e lubrificantes (SANTOS et al., 2001).

## 2.2 A Cultura do feijão – caupi

O feijão - caupi, feijão – de - corda, feijão – de - rama, feijão fradinho ou feijão macáçar é uma das leguminosas mais adaptadas, versáteis e nutritivas entre as espécies cultivadas, tendo amplo destaque na economia nordestina e de amplo significado social, constituindo o principal alimento protéico e energético dos agricultores e de suas famílias. De origem africana, foi introduzido no Brasil no século XVII. As espécies *Vigna unguiculata*, *V. radiata* e a *V. mungo*, pertencentes a família Fabaceae, são as mais importantes do gênero *Vigna* (FREIRE FILHO et al., 1983; WETZEL & FAIAD, 2001). É pouco exigente em fertilidade do solo e apresenta boa capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, através da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (ANDRADE JÚNIOR et al., 2003).

O feijão-caupi é uma planta Dicotyledonea que, segundo Verdcourt (1970), Maréchal et. al. (1978) e Padulosi & Ng (1997), apresenta a seguinte classificação taxonômica: Ordem Fabales; Família Fabaceae; Subfamília Faboideae; Tribo Phaseoleae; Gênero *Vigna* e Espécie [*Vigna unguiculata* (L.) Walp].

O feijão–caupi é uma excelente fonte de proteínas (23 a 25% em média), apresentando todos os aminoácidos essenciais, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa qualidade de gordura e não conter colesterol (GRANJEIRO et al., 2005), o que justifica seu consumo in natura, principalmente grãos secos ou verdes, na forma de conserva ou desidratado. Também é utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e, ainda, como adubação verde e proteção do solo (ANDRADE JÚNIOR, 2000).

Conforme os dados registrados pela FAO, em 2009, a produção mundial de feijão seco situou-se em torno de 20,6 milhões de toneladas. A produção mundial média no período de 2006 a 2009 foi 20,9 milhões de toneladas. Os seis principais países produtores de feijões secos são: Brasil, Índia, Mianmar, China, EUA e

México, que juntos são responsáveis por cerca de 61% da produção mundial, isso considerando o feijão comum e caupi. Todavia segundo o mesmo órgão considerando apenas a produção de feijão-caupi o Brasil está muito aquém da produção mundial, ficando fora do ranking dos seis maiores produtores mundiais.

A produção mundial de feijão-caupi em 2009 foi de 5,2 milhões de toneladas. O principal país produtor de caupi é a Nigéria, que responde por 45% da produção mundial. Em seguida vem o Níger, com 30% do volume total médio produzido (FAO, 2009).

No Brasil, historicamente, a produção de feijão-caupi concentra-se nas regiões Nordeste com 1,2 milhões de hectares e Norte com 55,8 mil hectares do país, no entanto, a cultura está conquistando espaço na região Centro - Oeste, em razão do desenvolvimento de cultivares com características que favorecem o cultivo mecanizado. A produtividade média do feijão-caupi, no Brasil é considerada baixa  $366 \text{ kg ha}^{-1}$ , em função do baixo nível tecnológico empregado no cultivo. O maior produtor brasileiro é o estado do Ceará, com uma área plantada de 600,1 mil hectares e uma produção de 264,2 mil toneladas, na safra 2010/2011, o que representa respectivamente, 28 e 32,27% em relação à região Nordeste (IBGE, 2011).

Na Paraíba, o feijão é cultivado em quase todas as microrregiões, totalizando uma área de 174,2 mil hectares, produção de 37,8 mil toneladas e ocupando o quinto lugar em área plantada no Nordeste (IBGE, 2011). Santos et al. (2011) avaliando o comportamento de cultivares de feijão - caupi nas condições edafoclimáticas do Brejo Paraibano obtiveram produtividade média de grãos secos com a cultivar BRS Marataoã de  $1.232 \text{ kg ha}^{-1}$ .

O feijão-caupi é amplamente cultivado por pequenos agricultores em sistema de parceria e em nível de subsistência em cultivo de sequeiro, em sistema de consórcio associadas a outras culturas comuns da região Nordeste, pois se adapta bem às condições de solo, clima e sistemas de produção (CARDOSO et al., 1996), seu cultivo está sempre sujeito às incertezas da agricultura de sequeiro em consórcio com outras culturas como milho, a mandioca e, mais recentemente, com a mamona.

### 2.3 A Cultura do gergelim

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), pertencente à família Pedaliaceae, é uma das mais antigas oleaginosas utilizadas pelo homem, tendo registro de cultivo há cerca de 4.300 a.C. (BELTRÃO, 2001), é originário da África, de onde se disseminou para todos os países de clima quente

O gergelim é considerado a nona oleaginosa mais cultivada no mundo, com uma área plantada estimada em 6 milhões de hectares e rendimento médio de 400 kg ha<sup>-1</sup> (FIRMINO, 2001). Seu cultivo se estende desde o Japão, China, Índia, Turquia e Egito até as Américas. Segundo dados da FAO (2005) a produção mundial estimada foi de 3,16 milhões de toneladas, obtidas em 6,56 milhões de hectares, com produtividade de 481,4 kg ha<sup>-1</sup>, sendo Índia e Myanmar responsáveis por 49% da produção mundial. O Brasil é um pequeno produtor, com 15 mil toneladas produzidas em 25 mil hectares e rendimento em torno de 600 kg ha<sup>-1</sup>.

O gergelim foi introduzido no Brasil pelos portugueses no século XVI, é plantado tradicionalmente na Região Nordeste para consumo local, e vem sendo explorado comercialmente no Centro - Oeste e Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo há mais de 60 anos, para atender ao segmento agro - industrial de óleos e de alimentos in natura (BELTRÃO, 2001). Ainda segundo o mesmo autor, o gergelim possui grande heterogeneidade de características morfológicas, podendo ser anual ou perene, com 0,50 a 3,00 m de altura, de caule ereto, com ou sem ramificações, com ou sem pelo e com sistema radicular pivotante. As folhas apresentam - se alternadas ou opostas, sendo as da parte inferior da planta adulta, mais largas irregularmente dentadas ou lobadas, ao passo que as da parte superior são lanceoladas. As flores são completas e axilares, variando de 1 a 3 por axila foliar. O fruto é uma cápsula alongada pilosa deiscente ou indeiscente, de 2 a 8 cm de comprimento, dependendo da variedade. A cor das sementes varia do branco ao preto. As sementes são pequenas, 1.000 sementes pesam de 2 a 4 g, dependendo da cultivar e do ambiente.

A semente constitui-se em uma rica fonte de alimento, além do seu excelente potencial econômico uma vez que são ricas em óleo (50 %) facilitando a utilização do gergelim nas indústrias alimentar, química e farmacêutica (BARROS et

al., 2001). O óleo é rico em ácidos graxos insaturados, como oléico (47 %) e linoléico (41 %), e apresenta vários constituintes secundários que são importantíssimos na definição de suas propriedades químicas, como o sesamol, a sesamina e a sesamolina

O sesamol (3,4 - metilenodioxifenol) é um composto orgânico natural presente no óleo de gergelim. Caracteriza - se como um sólido cristalino branco derivado do fenol. É um antioxidante que conferem ao óleo elevada estabilidade química evitando a rancificação, sendo o de maior resistência à oxidação entre os demais óleos de origem vegetal (BELTRÃO et al., 1994; FIRMINO, 1996). A sesamina e sesamolina são derivados por hidrólise do sesamol (SANTANA, 1999).

De acordo com Freire (2001), o gergelim sempre foi visto como uma cultura secundária no Brasil, porém com a demanda crescente do gergelim por indústrias no ramo alimentar, química e de cosméticos, observa-se escassez do produto tanto no mercado interno, quanto no internacional. É bastante produtivo em regiões com precipitações entre 400 a 650 mm, sendo muito tolerante a curtos períodos de estiagem o que torna uma cultura indicada para as regiões semiáridas do Nordeste brasileiro (MILANI et al., 2005). De acordo com Pascholati & Woolf (2005), a cultura do gergelim é em geral, resistente à seca e apta para o cultivo em zonas áridas e semiáridas e em épocas de escassa precipitação.

O cultivo de gergelim se desenvolve principalmente em sistemas de produção de pequena escala, que utilizam a mão - de - obra e normalmente é consorciado com milho, feijão comum e caupi, servindo de fonte alternativa de renda e alimento (BARROS & SANTOS, 2002). Neste segmento, a exploração da cultura representa uma excelente opção agrícola por exigir práticas simples e de fácil assimilação. Com os atuais níveis de produtividade regional, pode - se expandir a área cultivada e abrir a possibilidade de se conquistar parcela do mercado externo com o excedente de produção em virtude da alta cotação dessa oleaginosa no comércio internacional, garantindo ao Nordeste e a outras regiões mais uma fonte de divisas.

## **2.4 Consorciação de culturas**

A consorciação de culturas pode ser definida como o cultivo de duas ou mais culturas na mesma área e em um mesmo período de tempo (ANDREWS & KASSAN, 1976; MORGADO & RAO, 1986). O consórcio é um sistema de cultivo tradicional nos países em desenvolvimento dos trópicos, todavia, as culturas não são necessariamente plantadas ao mesmo tempo e a época de colheita pode ser diferente, mas é imprescindível que elas sejam coincidentes por um determinado período de crescimento.

Do ponto de vista científico, a avaliação de sistemas consorciados apresenta muitas dificuldades porque é difícil comparar o rendimento de uma cultura com o seu monocultivo, já que as diferenças no rendimento obtido em consórcio e monocultivo são resultantes de inúmeros fatores, como densidade e arranjo de plantas e de todas as interações que ocorrem entre as culturas no sistema consorciado (LOPES, 1988; SOUZA, 2000). Nestas interações estão incluídas as competições interespecíficas pelos fatores de crescimento e outros fenômenos característicos de algumas culturas, capazes de causar danos ou benefícios de uma cultura sobre outra. Exemplo dessa natureza seria o efeito alelopático ou o aproveitamento de uma cultura do nitrogênio fixado biologicamente pela outra (SOUZA, 2000). Em síntese pode - se dizer que existem vários fatores complexos que dificultam uma análise mais detalhada dos sistemas de cultivos consorciados, havendo necessidade de elucidação de tais fatores através da pesquisa agrônômica.

Uma série de fatores sócio – econômicos tem determinado a predominância dos sistemas de cultivos consorciados nas regiões menos desenvolvidas, dentre os quais, a pouca disponibilidade de área agricultável e de capital para financiar a produção (MIRANDA, 1983).

A consorciação de culturas pode promover um melhor aproveitamento de nutrientes, controle à erosão, redução na ocorrência de pragas e doenças e maior produção por área, uma vez que os plantios de diferentes espécies juntas proporcionam uso mais eficiente dos recursos naturais disponíveis, auxilia os pequenos agricultores a alcançarem maiores lucros, reduz os custos com capinas e com o controle de pragas e doenças e, pode economizar o uso de adubos nitrogenados quando leguminosas são incluídas (CRUZ, 1985; MORGADO & RAO, 1986; BASTOS, 1987). Baseando - se nessas vantagens muitos agricultores utilizam

os mais variados arranjos de plantio e populações de plantas, procurando diversificar a exploração agrícola. Contudo, é importante salientar que o crescimento e desenvolvimento das plantas são influenciados pelos espaçamentos e arranjos utilizados no plantio (SOUZA, 2000), por isso, o que muitas vezes parece ser benéfico para a exploração agrícola pode resultar em prejuízo, caso não haja critério na implantação do sistema.

No Nordeste o consórcio milho + feijão é largamente utilizado por pequenos produtores rurais, sendo inclusive tema de várias pesquisas. Entretanto, os consórcios mamona com feijão vigna e gergelim, ainda necessitam de maiores estudos, especialmente quando mais de uma cultivar de mamona está envolvida. Nesse sentido, o cultivo consorciado apesar de se tratar de uma prática muito utilizada nesta região, o consórcio mamona + outras oleaginosas, de elevada capacidade de produção de óleo não tem sido devidamente estudado, em especial neste momento, quando os óleos vegetais, sobretudo o da mamona estão em evidência para a fabricação de energia, via produção de biodiesel (PARENTE, 2003), o gergelim por outro lado, produz um óleo de excelentes qualidades, dotado de antioxidantes naturais, como o sesamol, além de bastante procurado nos mercados internos e principalmente nos externos.

O cultivo consorciado da mamoneira é de grande importância no Nordeste, pois, além da renda adicional a cultura em consórcio protege o solo da erosão, já que no cultivo da mamoneira o problema da erosão é considerável, uma vez que essa cultura está entre aquelas que oferecem menor proteção ao solo, por não produzir cobertura vegetal densa, em virtude da arquitetura da planta, dos espaçamentos e tratos culturais utilizados (MARIA, 2001). Este mesmo autor ainda salienta que a consorciação de culturas é muito importante para pequenos agricultores, pois possibilita melhor índice de utilização da terra, maior rendimento por área e cobertura do solo mais eficiente. O tipo de cultura adequado ao consórcio com a mamona varia de acordo com a região e com o sistema de produção do agricultor. Em geral, por se tratar de uma espécie de ciclo vegetativo longo, de porte avantajado e sistema radicular secundário um tanto superficial, torna-se necessário escolher culturas consortes de pequeno porte, ciclo curto, com diferente capacidade de exploração do substrato ecológico. Dessa forma, o consórcio de mamona com

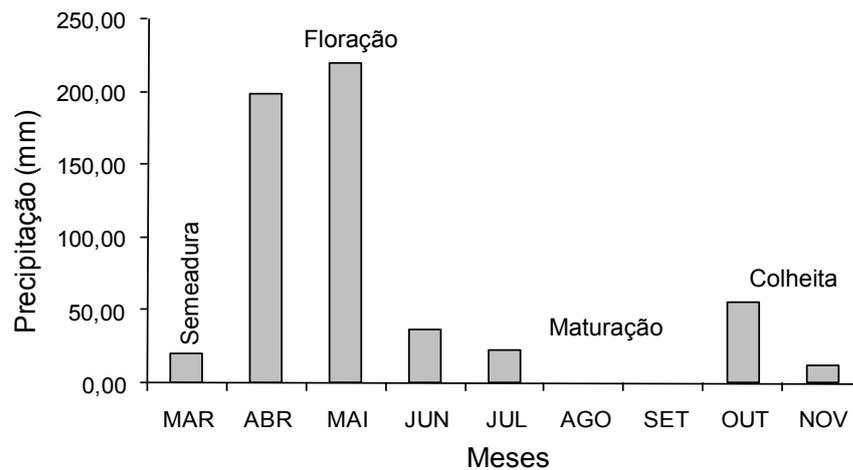
feijão-caupi apresenta vantagens sobre os plantios solteiros (CORRÊA et al., 2008). Vale salientar que por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, o feijão-caupi tem a habilidade de fixar nitrogênio do ar, elemento químico exigido em grandes quantidades pelas culturas para desenvolvimento vegetativo e produtivo (MELO et al., 2003).

Neste sentido, estudos visando à melhoria do sistema de produção da mamoneira são de grande importância, uma vez que esta cultura tem se mostrado sensível a presença de outras culturas ou de plantas daninhas no seu local de cultivo, e o seu plantio isolado ainda não rende bons lucros para o agricultor. Logo, é de se esperar que o cultivo consorciado desta cultura com base em pesquisas que comprovem sua eficácia, possa colocar a mamoneira em lugar de destaque dentre as culturas comumente cultivadas no Nordeste, pela sua infinidade de usos e possibilidades de geração de emprego e renda para a população rural Nordestina.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e caracterização da área experimental**

O trabalho foi realizado em solo classificado como LUVISSOLO no período de março a novembro de 2011 em condições de sequeiro na área experimental do Sítio Monte Alegre localizado na zona rural do município de Pombal - PB, situado na Mesorregião do Sertão Paraibano e Microrregião de Sousa. O município de Pombal possui área de 666,7 km<sup>2</sup> e a sede municipal situa-se a uma altitude de 184 metros, possui as coordenadas geográficas de 06°46' de latitude sul, 37°48' de longitude oeste do Meridiano de Greenwich (Beltrão et al., 2005). Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Aw': quente e úmido com chuvas de verão - outono, precipitações pluviais anuais em torno de 800 mm e amplitude térmica inferior a 5° C, e segundo a classificação de Gaussen, prevalece na região o bioclima do tipo Mediterrâneo, ou nordestino de seca média, com estação seca de 4 a 6 meses (BRASIL, 1972). Em 2011 ocorreu, na área experimental, no período janeiro a dezembro, uma precipitação pluvial de 959,3 mm. No período de execução do experimento as chuvas totalizaram 563 mm (FIGURA 1), com distribuição irregular, concentrando - se nos meses de março a julho e de outubro a novembro.



**Figura 1** Precipitação pluvial na área experimental durante o ano de 2011.  
 Fonte: EMATER, Pombal – PB, 2012.

Antes do plantio foi coletada uma amostra composta de solo da área experimental na profundidade 0-30 cm para determinação das características físicas e químicas, além de servir de aporte para elaboração da recomendação de adubação. A amostra foi enviada ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande para as devidas análises. Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Características físicas do solo da área experimental. Pombal – PB, 2011.

<b>Características físicas</b>	<b>Profundidade da coleta 0-30 cm</b>
Areia (%)	75,5
Silte (%)	8,70
Argila (%)	15,8
Densidade aparente (g cm <sup>-3</sup> )	1,27
Densidade real (g cm <sup>-3</sup> )	2,62
Porosidade total (m <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,51
<b>Classificação textural</b>	<b>Franca arenosa</b>

Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande

**Tabela 2.** Caracterização química do solo da área experimental. Pombal – PB, 2011.

<b>Características químicas</b>	<b>Profundidade da coleta 0-30 cm</b>
pH em CaCl <sub>2</sub> (1:2,5)	6,17
P (mg dm <sup>-3</sup> )	11,0
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,23
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,05
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,00
Ca <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,10
Mg <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,20
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,15
M.O. (g kg <sup>-1</sup> )	26,0

Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande. P, K, Na: extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: extrator KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>; SB=Ca<sup>+2</sup>+Mg<sup>+2</sup>+K<sup>+</sup>+Na<sup>+</sup>; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black.

### 3.2. Implantação do experimento

### **3.2.1. Preparo do solo e adubação**

O preparo do solo foi realizado de forma convencional por meio de aração e gradagem em uma profundidade de 30 cm, cinco dias antes do plantio da mamona. A adubação foi realizada de modo convencional em covas para a mamona e feijão e em linha para o gergelim em monocultivo. Nos sistemas consorciados a adubação foi feita apenas para a mamoneira. Em fundação no momento da semeadura aplicou-se todo o fósforo e potássio e 1/3 do nitrogênio recomendado, e o restante foi aplicado de forma parcelada em duas vezes sendo 1/3 aos 40 dias e 1/3 aos 60 dias após o plantio, em cobertura. A recomendação de adubação foi de 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 40 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 40 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, respectivamente, nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, conforme valores indicados pela Universidade Federal do Ceará (1993).

### **3.2.2. Semeadura e tratos culturais**

A mamona e o feijão-caupi foram semeados em covas com 3 a 5 cm de profundidade, com 3 sementes cova<sup>-1</sup> (FIGURA 2A). O gergelim foi semeado em linha com 3 a 5 cm de profundidade, com 20 sementes m<sup>-1</sup> linear (FIGURA 2B).

As parcelas consorciadas foram compostas por três fileiras de mamona com 7 m de comprimento espaçadas de 2,0 m, entre as quais foram intercaladas duas fileiras de feijão-caupi ou gergelim, os quais foram semeados 15 dias após o semeio da mamoneira (FIGURA 3A e B).

No consórcio a população de plantas para a mamona foi de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup> (2 m x 1 m), o feijão-caupi 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> (0,5 m x 0,5 m) e o gergelim 200.000 (0,5 m x 0,1 m). O monocultivo teve suas parcelas constituídas de 3 fileiras de 7 m nos seguintes espaçamentos: mamona cv. BRS Nordestina – 2 m x 1 m (5.000 plantas ha<sup>-1</sup>), mamona cv. IAC 2028 - 1 m x 1 m (10.000 plantas ha<sup>-1</sup>), feijão-caupi - 0,5 m x 0,5 m (40.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e gergelim - 0,5 m x 0,1 m (200.000 plantas ha<sup>-1</sup>)



**Figura 2.** Semeadura do feijão-caupi feita em covas (A) e do gergelim em sulcos (B). Pombal – PB, 2011.



**Figura 3.** Consórcio BRS Nordestina com Feijão-caupi (A) IAC 2028 com Gergelim (B). Pombal – PB, 2011.

O desbaste foi realizado 20 dias após a emergência em campo das plântulas das lavouras, o qual foi efetuado cortando as plantas rente ao solo, de modo que permanecesse uma planta por cova para a mamona, uma para o feijão - caupi e dez plantas por metro de sulco para o gergelim.

O tamanho das unidades experimentais variou com o sistema de cultivo sendo de 6,0 m x 7,0 m (42 m<sup>2</sup>) para os sistemas consorciados, e de 3,0 m x 7,0 m (21 m<sup>2</sup>) para o monocultivo da cv. IAC 2028 e das culturas do feijão-caupi e gergelim. Para as mamoneiras a área útil das parcelas em consórcio foi de 8 m<sup>2</sup>. Devido ao menor espaçamento adotado no monocultivo, a área útil das parcelas da cultivar IAC 2028 foi de 4 m<sup>2</sup>. Para as duas cultivares o número de plantas contido na área útil foi de quatro, de modo que a coleta dos dados foi realizada a partir da seleção da fileira central e do descarte das plantas existentes nas duas primeiras

covas de uma das extremidades da fileira e de mais uma planta na outra extremidade.

A área útil das parcelas com feijão-caupi ou gergelim foi de 1 m<sup>2</sup>, sendo coletada uma área de 1 m linear das duas fileiras centrais nas parcelas em monocultivo e em consórcio.

O manejo das plantas daninhas da área experimental foi realizado por meio de três capinas manuais com enxadas. Não houve necessidade de se realizar controle de pragas e doenças. É importante mencionar que a presença de plantas daninhas foi mais constante nos monocultivos. Não houve necessidade de se realizar controle de insetos pragas nem tampouco de doenças.



**Figura 4.** Controle das plantas daninhas através de capinas manuais em parcela sob monocultivo de gergelim. Pombal – PB, 2011.

### **3.3. Culturas e cultivares utilizadas**

Foram utilizadas as cultivares de mamona BRS Nordestina e IAC 2028, o feijão - caupi da cultivar BRS Novaera e o gergelim da cultivar BRS Seda, cujas sementes foram fornecidas pela EMATER e Embrapa Algodão, respectivamente.

A cultivar BRS Nordestina apresenta ciclo médio de 250 dias, e as plantas apresentam altura média de 1,90 m, o caule possui coloração verde com presença de cera. O início da floração se dá por volta de 50 dias após a emergência das plântulas, os racemos no número de 5 a 7 por planta têm formato cônico e tamanho

médio de 32 cm com cerca de 37 frutos semi - deiscentes por racemo, as suas sementes são pretas, com peso médio unitário de 0,68 g. O potencial produtivo da cultivar é de 1.500 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, e o teor de óleo nas sementes está em torno de 49 %, em condições de irrigação tal cultivar pode atingir produtividades superiores a 5.000 kg ha<sup>-1</sup> (BELTRÃO et al., 2003b; EMBRAPA ALGODÃO, 2010).

A cultivar IAC 2028, apresenta ciclo precoce (150 a 180 dias), é de porte baixo variando sua altura de 1,50 m a 1,80 m, o caule é rosado, recoberto por cera, os frutos são indeiscentes, e as sementes possuem peso médio de 0,45 g por unidade. O florescimento tem início aos 70 dias após a emergência (DAE), com a emissão da inflorescência primária, seguida do florescimento das inflorescências secundárias aos 85 DAE e das terciárias aos 105 DAE. Em média, cada planta desenvolve uma inflorescência primária, cinco a sete secundárias e de sete a nove terciárias, com inserção respectivamente a 60, 75 e 120 cm de altura. A porcentagem de flores femininas é de 90%. Os racemos têm formato cônico e tamanho útil, entre 50 e 60 cm no racemo primário e 30 e 40 cm no secundário. O teor de óleo nas sementes é de aproximadamente 47 %, possui um rendimento médio de grãos é de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> para o estado de São Paulo (SAVY FILHO et al., 2007).



**Figura 5.** Cultivar BRS Nordestina (A) e IAC 2028 (B). Pombal – PB, 2011.

Foi utilizada a cultivar de feijão-caupi BRS Novaera (FIGURA 7), desenvolvida pela Embrapa Meio Norte. A BRS Novaera tem porte semi - ereto,

apresenta ramos laterais curtos e tem a inserção das vagens um pouco acima do nível da folhagem. Tem grãos de cor branca de tamanho grande, reniformes e com tegumento levemente enrugado e anel do hilo marrom. Possui ainda alta resistência ao acamamento e uma boa desfolha natural, tem um grande potencial para colheita mecânica direta, com uma leve dessecação e, em solos mais arenosos e ambientes mais secos, sem dessecação, ciclo 65 a 70 dias, tendo uma produtividade média acima de 1000 kg ha<sup>-1</sup> Essa média supera a cultivar BRS Guariba em 12 % e a Vita-7 em 8 % (FREIRE FILHO et al., 2008).



**Figura 6.** Cultivar de feijão-caupi BRS Novaera. Pombal – PB, 2011.

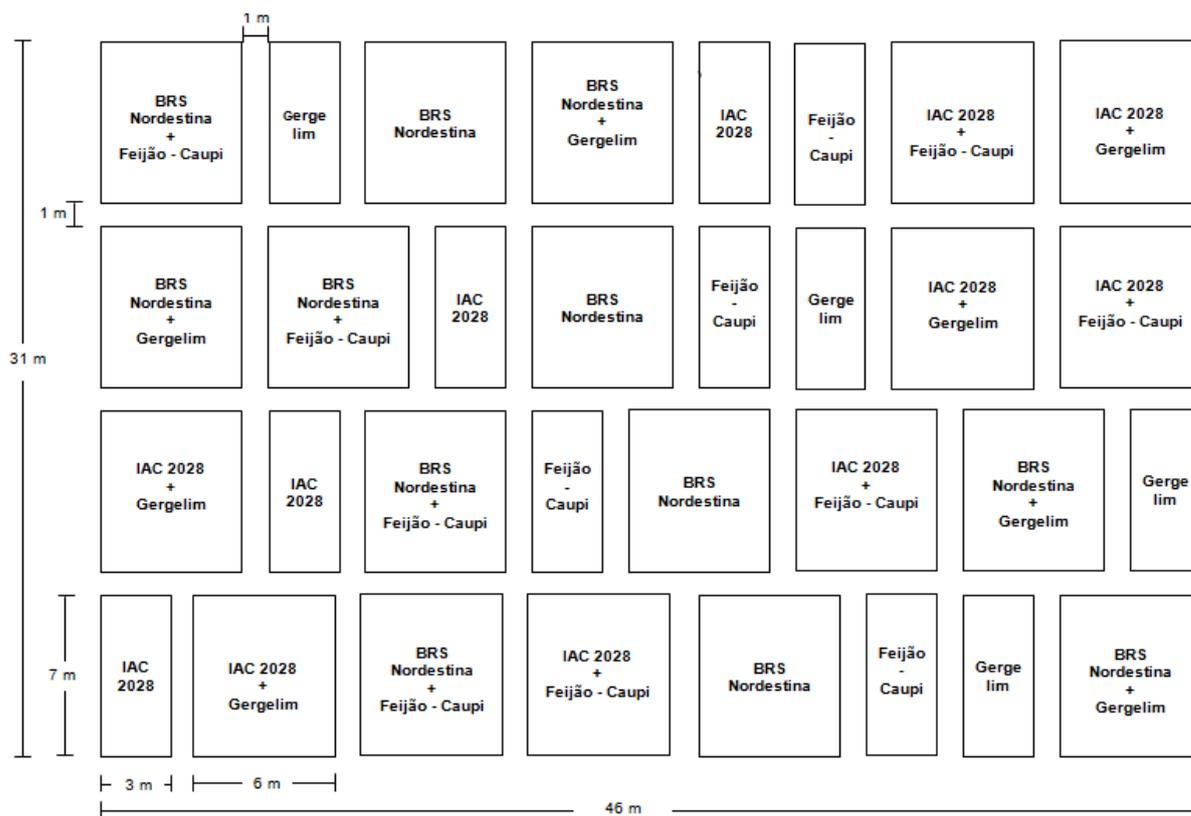
A cultivar de gergelim BRS Seda foi desenvolvida pela Embrapa Algodão. Apresenta ciclo precoce (90 dias) e início de floração aos 30 dias, porte médio, os frutos são deiscentes que se abrem após a maturação completa, hábito de crescimento ramificado, a semente tem cor branca. O peso médio de mil sementes é de 3,22 g. Apresenta uma produção variando de 940 a 2.300 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente em regime de sequeiro e irrigado, com precipitação média de 400 a 850 mm bem distribuídos. O teor de óleo é de 50 a 52 %. É tolerante à mancha angular, cercosporiose e à murcha de *Macrophomina* (EMBRAPA, 2009).



**Figura 7.** Cultivar de gergelim BRS Seda, apresentando sua flor (A) e frutos (B). Pombal – PB, 2011.

### **3.4. Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com oito tratamentos arranjados em esquema fatorial  $2 \times 3 + 2$ , sendo os fatores: duas cultivares de mamona, três sistemas de cultivo (monocultivo da mamoneira, consórcio com feijão-caupi e consórcio com gergelim) e dois tratamentos adicionais (feijão-caupi e gergelim em monocultivo) com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais com ruas entre blocos e parcelas de 1,0 m.



**Figura 8.** Distribuição das parcelas na área experimental. Pombal – PB, 2011.

### 3.5. Características avaliadas

#### 3.5.1. Mamona

##### 3.5.1.1. Número de internódios e altura de inserção do racemo primário

O número de internódios até a emissão do racemo primário foi mensurado por meio de contagem simples na época de floração. A altura de inserção do racemo primário mensurada em cm, utilizando-se uma fita graduada em centímetros no início da floração.

##### 3.5.1.2. Diâmetro do caule e altura de plantas

O diâmetro do caule foi mensurado em centímetros, sendo obtido no final do ciclo da cultura com o uso de um paquímetro digital, aferindo - se no segundo internódio. A altura de plantas dada em centímetros foi mensurada utilizando-se uma trena graduada em centímetros no final do ciclo das cultivares, considerando - se como altura de plantas a distância vertical entre o colo da planta e o ápice da folha mais jovem.

#### **3.5.1.3. Número de racemos por planta e comprimento do racemo**

O número médio de racemos por planta foi determinado mediante a divisão do número total de racemos colhidos em cada parcela pela quantidade de plantas úteis. Para determinação do comprimento efetivo do racemo, consideraram-se apenas aqueles de até terceira ordem em cada tratamento, as medições foram tomadas na região da raque provida de frutos, utilizando-se para tanto uma fita graduada em centímetros.

#### **3.5.1.4. Massa do racemo e número de frutos por racemo**

A massa do racemo em gramas, foi determinado por meio de pesagem em balança com precisão de 5 gramas e considerando - se a média dos racemos até a terceira ordem. O número de frutos por racemo foi mensurado por contagem após a separação da raque dos racemos até a terceira ordem.

#### **3.5.1.5. Produção de grãos por planta e potencial produtivo**

A produção de grãos por planta foi mensurada por pesagem em balança de precisão de 5 gramas. O potencial produtivo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi determinado pela relação entre a produtividade total de grãos da parcela em quilogramas e o número de plantas úteis.

#### **3.5.1.6. Percentagem de debulha e contribuição relativa das ordens de racemo na produtividade total**

A percentagem de debulha (%) foi determinada pelo quociente entre a produtividade total de grãos em kg ha<sup>-1</sup> e a produtividade total de frutos em kg ha<sup>-1</sup> (Expressão 01).

$$PD = \left( \frac{PTG}{PTF} \right) \times 100 \dots\dots\dots(01)$$

Sendo:

PD- Percentagem de debulha (%)

PTG – Produtividade total de grãos (kg ha<sup>-1</sup>); e.

PTF – Produtividade total de frutos (kg ha<sup>-1</sup>).

A contribuição relativa das ordens de racemo na produtividade total (%) foi obtida separando-se a produtividade de grãos de cada ordem de racemo, com isto, foi possível determinar a participação percentual de cada uma delas em relação à produtividade total (Expressão 02).

$$CR = \left( \frac{PTR}{PTG} \right) \times 100 \dots\dots\dots(02)$$

Sendo:

CR – Contribuição relativa (%);

PTR – Produtividade de grãos dos racemos da ordem considerada (kg ha<sup>-1</sup>);

PTG – Produtividade total de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

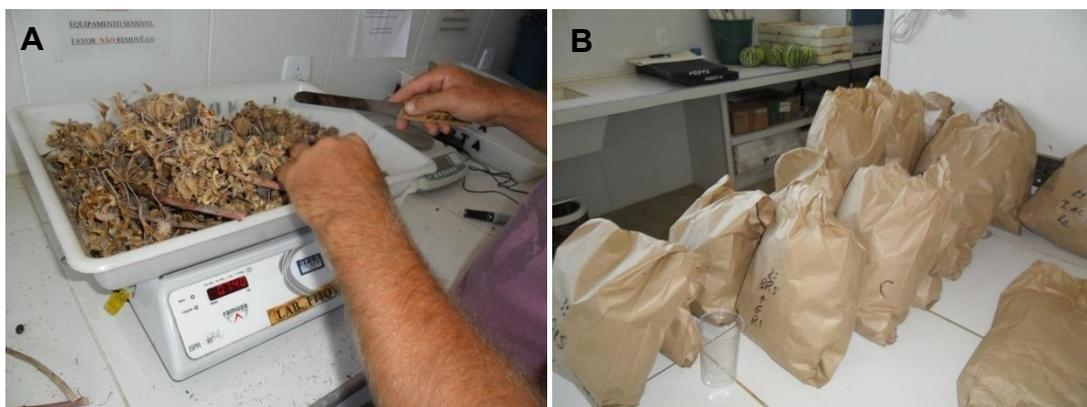
### 3.5.2. Gergelim e Feijão-caupi

Nas culturas do gergelim e feijão-caupi foram coletados os dados de produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) os quais foram utilizados para avaliação e determinação do Uso Eficiente da Terra (UET) dos sistemas consorciados, segundo a expressão 03.

$$UET_{Total} = \left( \frac{\text{Pr oduvidad e da mamona consorciad a}}{\text{Pr oduvidad e da mamona em monocultiv o}} \right) + \left( \frac{\text{Pr oduvidad e do feijão ou gerge lim em consórcio}}{\text{Pr oduvidad e do feijão ou gerge lim em monocultiv o}} \right) \dots(03)$$

### 3.6. Colheita e beneficiamento

A colheita da mamona foi realizada periodicamente ao longo do ciclo com o auxílio de um alicate de poda e sacos de papel. Os racemos foram coletados quando apresentavam aproximadamente 2/3 dos frutos maduros, sendo identificados e separados de acordo com a cultivar, repetição experimental e ordem do racemo. Na sequência os racemos foram colocados em casa de vegetação por um período de até 20 dias para completar a secagem, tal medida foi necessária, sobretudo para a cultivar BRS Nordestina cujos frutos são semi - deiscentes, o que exige a realização de colheitas parceladas de acordo com o estado de maturação das bagas para evitar perdas em campo por retardo de colheita.



**Figura 9.** Pesagem dos racemos (A) e repetições identificadas em sacos (B). Pombal – PB, 2011.

Após o período de secagem os racemos foram submetidos à pesagem e contados, separados por repetição e ordem, onde foram retirados os frutos, pesados e contados, para posteriormente serem beneficiados com a retirada das sementes e pesagem. O beneficiamento foi realizado de forma mecanizada com a utilização de um protótipo fornecido pela Embrapa Algodão (Figura 10) e complementada manualmente, haja vista que ao final do processo muitas sementes permaneciam com casca.



**Figura 10.** Protótipo fornecido pela Embrapa Algodão, para beneficiamento da mamoneira. Pombal – PB, 2011.

A colheita do feijão-caupi foi realizada periodicamente durante o ciclo de forma manual, onde as vagens foram colocadas em sacos de papel na medida em que apresentavam mudança de coloração de verde para marrom, cada saco foi identificado de acordo com o tratamento, os quais foram postos em casa de vegetação por um período de até 20 dias para completar a secagem e/ou enquanto o beneficiamento não era realizado. Após esse período as vagens foram submetidas ao beneficiamento manual e às análises pertinentes no laboratório de fitotecnia do CCTA.

A colheita do gergelim foi feita quando as folhas das plantas apresentavam-se no início da senescência e com as cápsulas do terço inferior do caule iniciando abertura. Neste momento as plantas foram cortadas rente ao solo e amarradas em feixes, os quais foram colocados em sacos de papel com os ápices para baixo e levados para casa de vegetação do CCTA para completar a secagem. Após 10 dias procedeu-se à batedura dos feixes sobre lona plástica e efetuou-se o recolhimento e limpeza dos grãos para a realização da pesagem e cálculo da estimativa da produtividade.

### **3.7. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste F, e quando verificada significância, da interação entre os fatores ou dos fatores principais isoladamente, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os coeficientes de correlação de Pearson foram cauculados separados para cada cultivar. Para tanto, utilizou-se o programa computacional para análises estatísticas SAEG V. 9.0.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Altura de plantas, diâmetro do caule, altura de inserção do racemo primário e número de internódios

Pelos resumos das análises das variâncias, observa-se efeito significativo para interação entre os fatores Sistema de Cultivo (SC) x Cultivar (C) e para os efeitos principais para a característica diâmetro do caule. Para os componentes de crescimento, altura de plantas e altura de inserção do racemo primário houve diferença significativa entre as cultivares ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de F (TABELA 3).

**Tabela 3.** Resumos das análises das variâncias para os dados de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DIAC), altura de inserção do racemo primário (AIRP) e número de internódios (NINT) de duas cultivares de mamona em diferentes sistemas de cultivo. Pombal – PB, 2013.

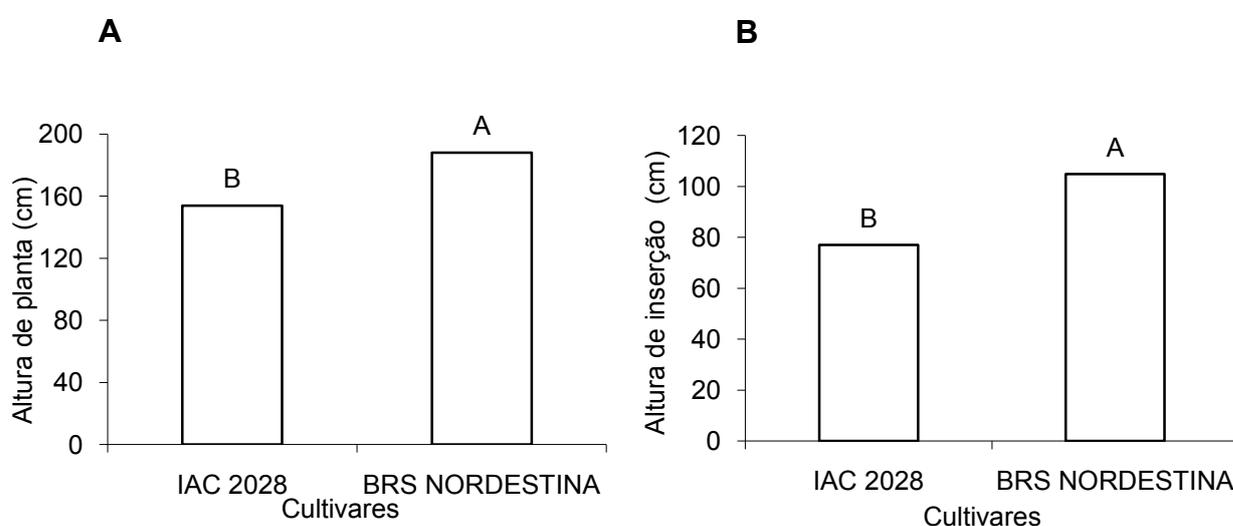
Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		AP	DIAC	AIRP	NINT
Sistema de cultivo (SC)	2	755,26 ns	39,68 *	17,06 ns	0,17 ns
Cultivar (C)	1	6987,09 *	41,31 *	4676,04 *	4,81 ns
SC x C	2	163,46 ns	40,07 *	92,00 ns	1,44 ns
Bloco	3	328,19 ns	6,23 ns	41,19 ns	1,62 ns
<i>Resíduo</i>	<i>15</i>	<i>241,68</i>	<i>2,86</i>	<i>36,42</i>	<i>2,72</i>
Total	23	-	-	-	-
CV (%)	-	9,08	5,59	6,63	8,04

(\*); (ns) significativos a ( $p \leq 0,05$ ) e não significativo respectivamente, pelo teste de F.

Na comparação entre as alturas das plantas das cultivares BRS Nordestina e IAC 2028, verificou-se maior altura na cultivar BRS Nordestina, a qual apresentou o maior valor e superou estatisticamente a cultivar IAC 2028 (FIGURA 11A). Tal resultado é comum tendo em vista o maior porte do genótipo desenvolvido

pela Embrapa. Vale salientar, que os valores obtidos em cada material estão de acordo com os mencionados por Embrapa Algodão (2010) e por Savy Filho et al. (2007), respectivamente.

A maior altura de inserção do racemo primário foi obtida pela cultivar BRS Nordestina (FIGURA 11B). Tal resultado é coerente, tendo em vista que a BRS Nordestina é mais tardia e também possui maior porte. Lacerda et al. (2010) também verificaram maior altura de inserção do racemo primário para a cultivar Nordestina.



**Figura 11.** Altura de plantas (A) e altura de inserção do racemo primário (B) de duas cultivares de mamona cultivadas em diferentes sistemas de cultivo. As letras diferentes em cada coluna indicam diferença estatística entre as médias pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ). Pombal – PB, 2013.

Os dados da interação dupla SC x C para o diâmetro do caule da mamoneira foram desdobrados em teste de média (TABELA 4). Comparando-se os valores obtidos nos sistemas de cultivo dentro de cada cultivar, constataram-se maiores valores nos sistemas consorciados, mamona e feijão - caupi e mamona com gergelim, os quais não diferiram estatisticamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey e apresentaram valores superiores ao monocultivo para a cv. IAC 2028, já que para a cv. BRS Nordestina o diâmetro caulinar não sofreu influência do sistema de cultivo. Tais resultados, especialmente no que se refere a cv. IAC 2028, são divergentes dos obtidos por Lacerda et al. (2010) que verificaram redução no

diâmetro do caule da mamoneira no sistema consorciado em decorrência do aumento da competição pelos recursos do meio. Esta resposta pode ter sido influenciado pela época de instalação dos consórcios, que foi aos 15 dias após a semeadura das plantas de mamona, o que reduziu a competição da cultura principal com os consórcios. Segundo Beltrão et al. (2010) o plantio do gergelim entre 15 e 20 dias após o semeio da mamona resulta em menor competição interespecífica, o que talvez explique os resultados do presente estudo.

**Tabela 4.** Desdobramento da interação SC x C para diâmetro do caule da mamoneira. Pombal – PB, 2013.

<b>Sistema de cultivo</b>				
<b>Cultivar</b>	<b>Mamona+Caupi</b>	<b>Mamona+Gergelim</b>	<b>Monocultivo</b>	<b>Média</b>
----- Diâmetro do caule (cm)-----				
IAC 2028	31,87 Aa	30,94 Aa	24,03 Bb	<b>28,90 b</b>
BRS Nordestina	32,75 Aa	30,22 Aa	31,75 Aa	<b>31,60 a</b>
<b>Média</b>	<b>32,31 A</b>	<b>30,57 A</b>	<b>27,89 B</b>	<b>30,25</b>
<b>DMS</b> Linha	<b>2,19</b>			

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### **4.2. Comprimento do racemo, massa do racemo, número de frutos por racemo e número de racemos por planta**

Verificando-se os resumos das análises das variâncias para os dados de comprimento do racemo, massa do racemo, número de frutos por racemo e número de racemos por planta, constata-se efeito significativo da interação entre os fatores SC x C para massa do racemo e número de frutos por racemo ( $p \leq 0,01$ ) pelo teste de F. Os tratamentos não exerceram efeito significativo sobre o número de racemos por planta. Para o fator cultivar houve efeito significativo para comprimento do racemo, massa do racemo e número de frutos por racemo ( $p \leq 0,01$ ) pelo teste F

(TABELA 5). Os dados do número de racemos por planta não diferiram estatisticamente entre os tratamentos e foram abaixo dos valores indicados na literatura para as duas cultivares, apresentando em média 2,5 racemos por planta.

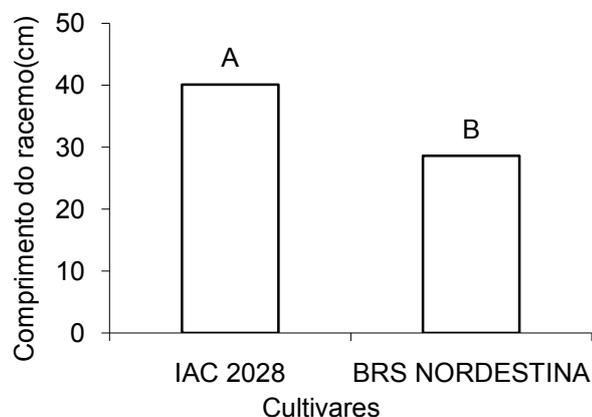
**Tabela 5.** Resumos das análises das variâncias para os dados de comprimento do racemo (CORAC), massa do racemo (MRAC), número de frutos por racemo (NFRAC), número de racemos por planta (NRP) de cultivares de mamona em diferentes sistemas de cultivo. Pombal – PB, 2013.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		CORAC	MRAC	NFRAC	NRP
Sistema de cultivo (SC)	2	35,49 ns	16985,90 **	475,05 **	0,10 ns
Cultivar (C)	1	791,77 *	6649,18 **	8168,92 **	0,18 ns
SC x C	2	31,01 ns	15157,43 **	930,64 **	0,25 ns
Bloco	3	0,86 ns	486,05 ns	50,53 ns	0,46 ns
<i>Resíduo</i>	<i>15</i>	<i>14,79</i>	<i>786,40</i>	<i>52,98</i>	<i>0,12</i>
Total	23	-	-	-	-
CV (%)	-	11,12	11,25	11,47	14,92

(\*\*), (\*); (ns) significativos a ( $p \leq 0,01$ ) e ( $p \leq 0,05$ ) e não significativo respectivamente, pelo teste de F.

O comprimento do racemo não foi influenciado pelo sistema de cultivo, porém na comparação entre as cultivares de mamona, a IAC 2028 em média apresentou os maiores valores (40,1 cm) em relação a cv. BRS Nordestina (28,6 cm), considerando as médias dos racemos das três primeiras ordens (FIGURA 12). Tal fato pode ter ocorrido devido a cv. IAC 2028 emitir uma menor quantidade de racemos por planta. Todavia tais racemos são quase sempre de tamanho superior aos das cultivares que emitem mais racemos durante um maior ciclo. É fato que o componente genético está diretamente ligado a produção de racemos de maior tamanho pela cv. IAC 2028. Segundo Savy Filho (2007) o tamanho útil do racemo da cv. IAC 2028 é em média entre 50 e 60 cm no racemo primário e 30 e 40 cm no secundário. E de acordo com informações de Lacerda et al. (2010) o maior

comprimento médio registrado na cultivar BRS Nordestina foi de 23,27 cm, no sistema consorciado com feijão - caupi, sendo inferior ao obtido no presente estudo.



**Figura 12.** Comprimento médio do racemo de duas cultivares de mamonas cultivadas em diferentes sistemas de cultivo. As letras diferentes em cada coluna indicam diferença estatística entre as médias do tratamento pelo de F ( $p \leq 0,05$ ). Pombal – PB, 2013.

O desdobramento da interação dupla significativa entre os fatores SC x C em teste de médias para massa do racemo pode ser observado na Tabela 6. Pelos resultados, verificou-se que a cv. IAC 2028 produziu racemos mais pesados quando consorciadas com feijão-caupi. É possível que a cultura tenha sido beneficiada pela presença da leguminosa, tendo em vista que nesse sistema os racemos foram mais pesados do que no monocultivo. Vale salientar que, quando leguminosas são envolvidas nos sistemas consorciados a cultura principal poderá se beneficiar da fixação biológica de nitrogênio realizada pela leguminosa, sobretudo se estratégias de redução de interferência interespecífica forem adotadas, como por exemplo, o plantio das culturas em épocas distintas. Para a cv. BRS Nordestina não houve diferença significativa entre os sistemas de cultivo.

Quando as cultivares são comparadas dentro de cada sistema de plantio constatou-se que a cv. IAC 2028 produziu racemos mais pesados do que a cv. BRS Nordestina nos sistemas consorciados, porém em monocultivo a cv. BRS Nordestina apresentou maior massa. Tal resultado, pode ter acontecido em virtude desta cultivar ter se mantido estável em todos os sistemas de cultivo de modo que os

valores obtidos no consórcio foram semelhantes ao obtido no monocultivo, por outro lado para a cv. IAC 2028, houve grande redução no comprimento do racemo em condições de monocultivo o que revela melhor interação de tal cultivar com os consórcios testados, pelo menos para a característica em apreço.

**Tabela 6.** Desdobramento da interação SC x C para massa do racemo da mamoneira. Pombal – PB, 2013.

Cultivar	Sistema de cultivo			Média
	Mamona+Caupi	Mamona+Gergelim	Monocultivo	
	-----g racemo <sup>-1</sup> -----			
IAC 2028	340,71 Aa	285,95 Ba	171,21 Cb	<b>265,95 a</b>
BRS Nordestina	252,86 Ab	206,83 Ab	238,32 Aa	<b>232,67 b</b>
<b>Média</b>	<b>296,80 A</b>	<b>246,39 B</b>	<b>204,76 C</b>	<b>249,32</b>

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O desdobramento da interação SC x C em teste de médias para a característica número de frutos por racemo, pode ser observado na Tabela 7. Verificou-se que a cv. IAC 2028 produziu maior número de frutos por racemo quando consorciada com gergelim ou feijão-caupi. Já a cv. BRS Nordestina não apresentou diferença quanto ao número de frutos nos diferentes sistemas de cultivo estudados. Comparando-se as médias das cultivares dentro de cada sistema de cultivo, constatou-se nos sistemas consorciados e no monocultivo, superioridade da cv. IAC 2028. Tal resultado é coerente, pois, essa cultivar produziu racemos de maior comprimento, conseqüentemente há maior número de frutos por racemo. Os maiores valores médios de número de frutos para a cv. IAC 2028 foram de 98,07 e 84,79 nos sistemas consorciados com feijão-caupi e gergelim, respectivamente. Já para a cv. BRS Nordestina o maior valor médio foi de 50,62 no sistema de monocultivo.

**Tabela 7.** Desdobramento da interação SC x C para número de frutos por racemo da mamoneira. Pombal – PB, 2013.

Cultivar	Sistema de cultivo			Média
	Mamona+Caupi	Mamona+Gergelim	Monocultivo	
	-----Número de frutos----- -----			
IAC 2028	98,07 Aa	84,79 Aa	62,88 Ba	<b>81,91 a</b>
BRS Nordestina	45,69 Ab	38,72 Ab	50,62 Ab	<b>45,01 b</b>
<b>Média</b>	<b>71,88 A</b>	<b>61,75 B</b>	<b>56,75 B</b>	<b>63,46</b>

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3. Produção de grãos por planta, estimativa da produtividade de grãos por hectare e percentagem de debulha de grãos (%)

Os resumos das análises das variâncias para as características produção de grãos por planta, produtividade de grãos e percentagem de debulha de grãos, encontram-se na Tabela 8. Houve efeito significativo para os fatores principais e para a interação entre os sistemas de cultivo e cultivares de mamona para características produção de grãos por planta, produtividade de grãos ( $p \leq 0,01$ ) pelo teste de F. A percentagem de debulha não foi influenciada pelo sistema de cultivo, diferindo estatisticamente entre as cultivares ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de F.

**Tabela 8.** Resumos das análises das variâncias para os dados de produção de grãos por planta, produtividade de grãos e percentagem de debulha (% Debulha) de duas cultivares de mamona em diferentes sistemas de cultivo. Pombal – PB, 2013.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Produção por planta	Produtividade	% Debulha
Sistema de cultivo (SC)	2	1095 **	118678 **	115,16 ns
Cultivar (C)	1	4099 **	573501 **	607,02*
SC x C	2	475,99 **	66784 **	149,25 ns
Bloco	3	247,33 ns	30226 ns	39,32 ns
<i>Resíduo</i>	<i>15</i>	<i>192</i>	<i>48716</i>	<i>85,12</i>
Total	23	-	-	-
CV (%)	-	16,82	19,83	15,23

(\*\*), (\*); (ns) significativos a ( $p \leq 0,01$ ) e ( $p \leq 0,05$ ) e não significativo respectivamente, pelo teste de F.

O desdobramento da interação SC x C em teste de médias para produção de grãos por planta, pode ser observado na Tabela 9. Comparando-se as médias das cultivares dentro de cada sistema de plantio, constatou-se que para a cv. IAC 2028 houve uma maior produção de grãos por planta no sistema consorciado com feijão - caupi cujo valor foi superior aos verificados no monocultivo e no consórcio com gergelim. Para a cv. BRS Nordestina os sistemas de cultivos adotados não interferiram significativamente na produção de grãos por planta.

**Tabela 9.** Desdobramento da interação SC x C para produção de grãos por planta da mamoneira. Pombal – PB, 2013.

Cultivar	Sistema de cultivo			Média
	Mamona+Caupi	Mamona+Gergelim	Monocultivo	
	-----g planta <sup>-1</sup> -----			
IAC 2028	122,74 Aa	89,11 Ba	74,48 Ba	<b>95,44 a</b>
BRS Nordestina	68,96 Ab	63,96 Ab	75,00 Aa	<b>69,30 b</b>
<b>Média</b>	<b>95,85 A</b>	<b>76,56 B</b>	<b>74,73 B</b>	<b>82,37</b>

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Os valores médios da produtividade de grãos de mamona para a interação SC x C podem ser observados na Tabela 10. Estudando-se o efeito do sistema de plantio dentro de cada cultivar foi observado que a cv. IAC 2028 apresentou a maior produtividade de grãos no monocultivo não diferindo estatisticamente do consórcio com feijão-caupi. Presume-se que isto tenha ocorrido em virtude da maior precocidade desta cultivar. Cabe ressaltar também, que o atraso na sementeira da mamona para março contribuiu para redução do rendimento da cv. BRS Nordestina. Nesse sentido, a redução no período de crescimento da cultura em virtude da época de plantio, notadamente, quando as plantas são cultivadas em regime de sequeiro, afeta o crescimento e desenvolvimento da mamoneira e conseqüentemente a produtividade de grãos (VIJAYA KUMAR et al., 1997; SOUZA et al., 2007). O gergelim, entretanto, em consórcio com a mamona, determinou reduções significativas de 47, 7%. Para a cv. BRS Nordestina as médias obtidas nos diferentes sistemas de cultivos não diferiram estatisticamente entre si. Esses resultados divergem com os encontrados por Corrêa et al. (2006) consorciando mamona com feijão-caupi e sorgo granífero. Ainda segundo o mesmo autor os melhores resultados nos sistemas consorciados com caupi podem ser justificados pelo fato desta espécie ser pouco competitiva, não restringindo de forma expressiva o crescimento da mamona.

Para o presente estudo a maior produtividade foi obtida com a cv. IAC 2028 em monocultivo com 826,04 kg ha<sup>-1</sup> (TABELA 10). Este valor é inferior ao reportado por Savy Filho (2007) que relata produtividade média para o Estado de São Paulo de 1.950 kg ha<sup>-1</sup>, porém está acima da média nacional que é de 640 kg ha<sup>-1</sup>. Além disso, as produtividades obtidas em tal cultivar estão acima daquelas verificadas na BRS Nordestina, a qual foi desenvolvida para as condições edafoclimáticas do semiárido. Com tais resultados, acredita-se que as condições ambientais ocorridas durante a estação de crescimento das lavouras não foram propícias para a obtenção de maiores produtividades. Outro fato que merece ser relatado é que só foram colhidos os racemos até a terceira ordem, devido à falta de chuvas, e isto pode ter limitado a produtividade das cultivares.

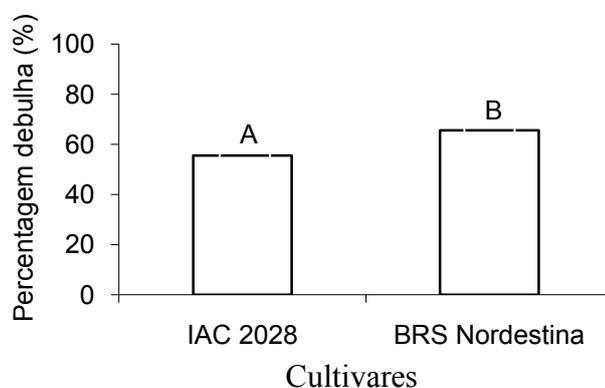
**Tabela 10.** Desdobramento da interação SC x C para produtividade de grãos. Pombal – PB, 2013.

Cultivar	Sistema de cultivo			Média
	Mamona+Caupi	Mamona+Gergelim	Monocultivo	
	-----kg hectare <sup>-1</sup> -----			
IAC 2028	657,29 Aa	431,51 Ba	826,04 Aa	<b>638,28 a</b>
BRS Nordestina	363,85 Ab	353,49 Aa	386,72 Ab	<b>368,02 b</b>
<b>Média</b>	<b>510,57 AB</b>	<b>392,50 B</b>	<b>606,40 A</b>	<b>503,15</b>

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A percentagem de debulha não foi influenciada pelo sistema de plantio, porém na comparação entre as cultivares de mamona, a BRS Nordestina em média apresentou os maiores valores (65,6%) em relação a cultivar IAC 2028 (55,5%), considerando as médias dos racemos das três primeiras ordens (FIGURA 13). Tal resultado pode estar relacionado ao fato dessa cultivar produzir sementes maiores e mais pesadas que a cv. IAC 2028. Esses resultados corroboram com os obtidos por Souza (2007), estudando diferentes épocas de semeadura da cv. BRS Nordestina obteve em média uma percentagem de debulha de 61%. De acordo com Duke

(1983) a percentagem de debulha de grãos varia de 65% a 75% dependendo da maturidade do racemo no momento da colheita.



**Figura 13.** Percentagem de debulha (%) da mamoneira cultivada sob diferentes sistemas de cultivo. As letras diferentes em cada coluna indicam diferença estatística entre as médias do tratamento pelo teste F a ( $p \leq 0,05$ ). Pombal – PB, 2013.

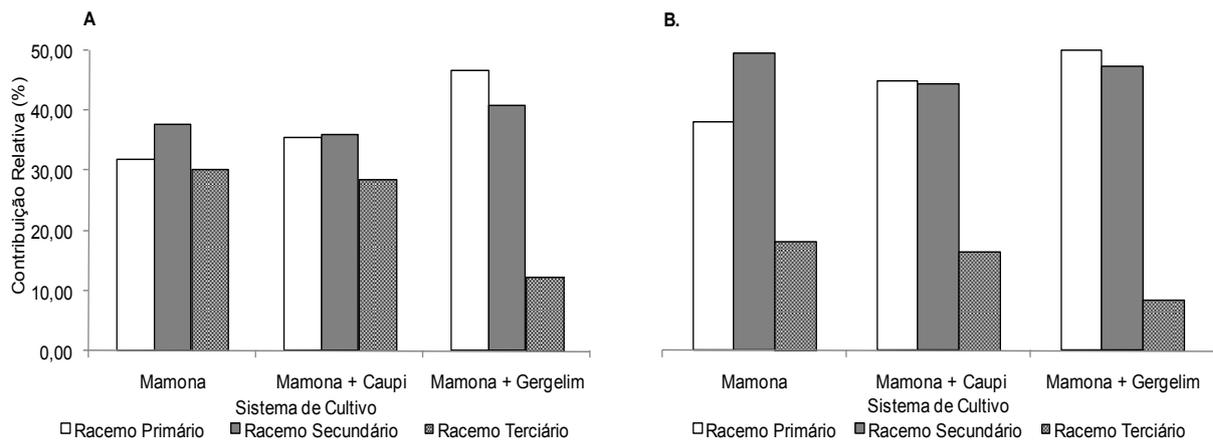
#### 4.4. Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total (%)

Considerando-se a produção de racemos até a terceira ordem observa-se em média maior contribuição de racemos secundários em todos os sistemas de cultivo, com 41,4 %, com exceção do consórcio com gergelim (FIGURA 14A e B). A maior contribuição de racemos secundários no rendimento total da mamoneira é uma característica recorrente verificada por diversos autores (KITTOCK & WILLAMS, 1968; LINS, 1976; SAVY FILHO et al., 1990; CORRÊA et al., 2006). Tal comportamento deve-se ao fato de os racemos secundários serem produzidos em número superior aos racemos primários, fato também verificado por Souza (2007); Souza et al. (2010). Porém, segundo Vijaya Kumar et al. (1997), os racemos primários são os que mais contribuem com o rendimento total da mamoneira, devido à dominância fisiológica durante o período reprodutivo, bem como, a maior disponibilidade de umidade no início do ciclo da cultura, quando esta é cultivada sob sequeiro e a semeadura ocorre no início das chuvas. No presente trabalho a maior participação de racemos secundários pode ser justificada pelo atraso na semeadura da mamoneira de janeiro para março. De acordo com Vijaya Kumar et al. (1997);

Souza (2007) a época de plantio afeta a contribuição das ordens dos racemos na produtividade total da mamoneira. Ainda segundo os mesmos autores as diferentes condições ambientais proporcionadas em decorrência das épocas de plantio promovem alterações na participação de cada uma delas no rendimento total.

A maior contribuição relativa de racemos primários foi obtida nos consórcios mamona com gergelim em ambas as cultivares com 46,74% e 47,25% para a cv. IAC 2028 e BRS Nordestina, respectivamente. A não produção de racemos de quarta ordem se justifica pelo fato de o experimento ser conduzido em condições de sequeiro, onde foi verificada baixa precipitação média no período de condução, sendo esta mal distribuída. De acordo com Souza et al. (2007) a contribuição relativa da ordem do racemo não é uma característica estável, e depende das condições ambientais, da época de plantio, da cultivar e do regime de cultivo utilizado, sequeiro ou irrigado.

A maior contribuição de racemos terciários foi obtida pela cv. IAC 2028 cultivada em monocultivo com 30,27% dos racemos (FIGURA 14A). Tal resultado deve-se a maior precocidade dessa cultivar em relação a cv. BRS Nordestina. Vale salientar que a precipitação pluvial concentrou-se nos cinco primeiros meses de condução do experimento, o que correspondeu praticamente ao ciclo da cv. IAC 2028, justificando a maior produção de racemos terciários, e a maior produtividade. A baixa contribuição de racemos terciários na produtividade total se justifica pelo fato de esses racemos possuírem menor comprimento total e peso, produzindo menor número de frutos e conseqüentemente menor produtividade.



**Figura 14.** Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total (%) da mamoneira IAC 2028 (A) e BRS Nordestina (B) cultivada em diferentes sistemas de cultivo, Pombal – PB, 2013.

#### 4.5. Uso eficiente da terra

A avaliação do sistema consorciado através do cálculo do uso eficiente da terra (UET) revelou vantagem em rendimento de grãos para os sistemas consorciados das cultivares IAC 2028 + feijão-caupi, BRS Nordestina + feijão-caupi e BRS Nordestina + gergelim em relação ao monocultivo da mamoneira. Os valores do UET total variaram de 1,37 a 1,46, significando que o consórcio apresentou maior eficiência no uso da terra do que os plantios isolados, e as vantagens variaram entre 37% e 46% (TABELA 11). Muitos autores também encontraram índices de UET superiores a unidade nos consórcios mamona + amendoim e mamona + feijão-caupi, com vantagens de 14 a 101% (TÁVORA et al., 1988; AZEVEDO et al., 2001; LACERDA et al., 2010).

A melhor configuração de plantio, levando-se em conta o cálculo do UET, foi obtida no plantio consorciado da cultivar BRS Nordestina com feijão-caupi nas entrelinhas da mamoneira, revelando a adequação desta cultivar e do feijão-caupi ao sistema consorciado. Estudos envolvendo o consórcio da mamoneira com culturas de ciclo curto têm revelado vantagem para o consórcio mamona + feijão-caupi (CORRÊA et al., 2006). Estes mesmos autores concluíram que o consórcio entre a cultivar BRS Nordestina e o feijão-caupi promoveu a maior vantagem em termos de

UET, que foi de 45% de aumento em relação ao plantio solteiro. Para a cv. IAC 2028 observou-se vantagem apenas no consórcio com feijão-caupi, sendo essa de 37%.

O consórcio IAC 2028 com o gergelim, propiciou redução de 2%, o que talvez tenha ocorrido pelo fato desta cultivar possuir porte baixo e ciclo curto, reduzindo sua competitividade por recursos com o gergelim. Considerando os sistemas consorciados verifica-se que em tal configuração o gergelim apresentou a maior produtividade ( $777,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ), revelando a sua alta competitividade em relação a mamona, o que contribuiu para a obtenção do baixo valor de UET. Segundo Pontes (1996) a competição por água, nutrientes e luz afeta o rendimento das culturas consorciadas, sendo a luz um dos principais, senão o principal fator limitante e que constitui importante empecilho à utilização de consórcios.

A análise do UET parcial revelou comportamento dominante da cultivar Nordestina sobre as culturas em consórcio, tendo vantagem também para a cv. IAC 2028 consorciada com feijão-caupi. As combinações do feijão-caupi e gergelim com ambas as cultivares de mamona revelaram dominância da mamona sobre elas. Tal resultado pode ser explicado devido a defasagem de plantio dos consortes, o que reduziu a competição.

**Tabela 11.** Produtividade das culturas e valores do índice de uso eficiente da terra (UET) para os sistemas de cultivo das cultivares de mamona BRS Nordestina e IAC 2028. Pombal – PB, 2013.

Tratamentos	Produtividades ( $\text{kg ha}^{-1}$ )				UET Parcial				UET Total
	IAC 2028	Nordestina	Caupi	Gergelim	IAC 2028	Nordestina	Caupi	Gergelim	
IAC 2028	826,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordestina	-	386,7	-	-	-	-	-	-	-
Caupi	-	-	250,0	-	-	-	-	-	-
Gergelim	-	-	-	1.674,0	-	-	-	-	-
IAC 2028+FC	657,3	-	143,5	-	0,80	-	0,57	-	<b>1,37</b>
IAC 2028+G	431,5	-	-	777,5	0,52	-	-	0,46	<b>0,98</b>
Nordestina+FC	-	363,9	129,3	-	-	0,94	0,52	-	<b>1,46</b>
Nordestina+G	-	353,5	-	473,4	-	0,91	-	0,28	<b>1,19</b>

FC= Feijão-caupi; G= Gergelim.

#### 4.6. Estudo de correlações

Os coeficientes de correlação das características agronômicas da cultivar IAC 2028 são apresentados na Tabela 12. Pelos resultados, verificou-se correlação positiva e significativa entre os dados de número de frutos por racemo com os seguintes dados: diâmetro do caule ( $r= 0,85^{**}$ ), altura de inserção do racemo primário ( $r= 0,52^*$ ), e comprimento do racemo ( $r= 0,72^{**}$ ). Tais resultados se justificam pelo menor porte e ciclo dessa cultivar, nesse sentido maior quantidade de fotoassimilados é destinada a formação de cachos, em detrimento do crescimento e desenvolvimento, que no caso da mamoneira se refletem no comprimento do racemo e conseqüentemente no número de frutos por racemo. De acordo com Pinto et al. (2011) plantas com baixa altura de inserção do racemo primário, possivelmente apresentaram melhor partição de carbono para formação do primeiro cacho, como também para os demais cachos. Verifica-se também correlação positiva e significativa entre comprimento do racemo com o diâmetro do caule ( $r= 0,71^{**}$ ) e entre a altura de inserção do racemo primário com o diâmetro do caule ( $r= 0,59^*$ ).

**Tabela 12.** Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da cultivar IAC 2028. Pombal – PB, 2013.

Característica	PROD	NRP	NFRAC	CORAC	ALTRA	DIAC
AP	- 0,06 ns	- 0,11 ns	0,05 ns	0,05 ns	0,40 ns	0,17 ns
DIAC	- 0,55 ns	0,02 ns	0,85 **	0,71 **	0,59 *	-
ALTRA	- 0,56 ns	0,07 ns	0,52 *	0,19 ns	-	-
CORAC	- 0,005 ns	0,32 ns	0,72 **	-	-	-
NFRAC	- 0,41 ns	0,29 ns	-	-	-	-
NRP	0,42 ns	-	-	-	-	-
PROD	-	-	-	-	-	-

\*\*; \*, ns, significativo a ( $p \leq 0,01$ ) e ( $p \leq 0,05$ ) e não significativo, respectivamente pelo Teste de t. AP, altura de planta; DIAC, diâmetro do caule; ALTRA, altura de inserção do racemo primário; CORAC, comprimento do racemo; NFRAC, número de frutos por racemo; NRP, número de racemos por planta; PROD, produtividade de grãos.

Os coeficientes de correlação entre as características agronômicas da mamoneira, cultivar BRS Nordestina são apresentados na Tabela 13. Pelos resultados verificou-se correlação positiva e significativa entre os dados de produtividade de grãos com os seguintes dados: comprimento do racemo ( $r= 0,61^*$ ), número de frutos por racemo ( $r= 0,56^*$ ) e número de racemos por planta ( $r= 0,52^*$ ). Nesse sentido um maior comprimento de racemo proporciona maior número de frutos por racemo e conseqüentemente a obtenção de racemos mais pesados favorecendo maior produção por planta e produtividade. Cabe ressaltar também que o maior número de racemos por planta está ligado diretamente com a produtividade. De acordo com Souza (2007) a produção de grãos por planta é positivamente correlacionada com o número de racemos por planta. Verificou-se correlação positiva e significativa entre o número de racemos por planta com o comprimento do racemo ( $r= 0,61^*$ ) e o número de frutos por racemo ( $r= 0,61^*$ ). Desse modo, fica evidente a importância do comprimento do racemo para a obtenção de maiores produtividades, racemos de maior comprimento efetivo produzem maior quantidade de frutos e possivelmente maior produtividade. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2010) estudando o grau de relação entre características agronômicas da mamoneira. BRS Nordestina.

Houve correlação positiva e significativa entre o número de frutos por racemo com a altura de plantas ( $r= 0,64^*$ ) e com o comprimento do racemo ( $r= 0,94^{**}$ ). Tal resultado demonstra que o maior comprimento do racemo proporciona maior comprimento efetivo e conseqüentemente maior número de frutos, permitindo maior produtividade. Todavia, a maior altura de plantas do ponto de vista de colheita mecanizada, se apresenta como um aspecto negativo para o cultivo de mamona, pois a colheita realizada com máquinas é dificultada quando as plantas são muito altas (ZOZ, 2012). Verifica-se correlação positiva e significativa entre o comprimento do racemo e a altura de plantas ( $r= 0,69^{**}$ ). Também se verifica correlação positiva e significativa entre a altura de inserção do racemo primário e a altura de plantas ( $r= 0,58^*$ ). Verifica-se ainda correlação positiva e significativa entre o diâmetro do caule e a altura de plantas ( $r= 0,60^*$ ).

**Tabela 13.** Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da cultivar de mamona BRS Nordestina. Pombal – PB, 2013.

Característica	PROD	NRP	NFRAC	CORAC	ALTRA	DIAC
AP	0,35 ns	0,02 ns	0,64 *	0,69 **	0,58 *	0,60 *
DIAC	0,30 ns	- 0,2 ns	0,06 ns	0,12 ns	0,47 ns	-
ALTRA	0,34 ns	- 0,05 ns	0,34 ns	0,33 ns	-	-
CORAC	0,61 *	0,61 *	0,94 **	-	-	-
NFRAC	0,56 *	0,61 *	-	-	-	-
NRP	0,52 *	-	-	-	-	-
PROD	-	-	-	-	-	-

\*\*; \*, ns, significativo a ( $p \leq 0,01$ ) e ( $p \leq 0,05$ ) e não significativo, respectivamente pelo Teste de t. AP, altura de planta; DIAC, diâmetro do caule; ALTRA, altura de inserção do racemo primário; CORAC, comprimento do racemo; NFRAC, número de frutos por racemo; NRP, número de racemos por planta; PROD, produtividade de grãos.

## **5. CONCLUSÕES**

1. A cultivar IAC 2028 produz um maior número de frutos por racemo, sendo esses de maior massa quando comparados com aqueles da cv. BRS Nordestina o que resultou em maior produtividade.

2. A cultivar BRS Nordestina possui melhor adaptação ao consórcio, o que foi comprovado pelos melhores valores de UET obtidos.

3. Dentre as culturas testadas a melhor opção de cultura companheira para o cultivo consorciado da mamoneira na região é o feijão – caupi;

4. O comprimento do racemo e o número de frutos por racemo são características altamente correlacionadas na mamoneira;

## 6. REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e Litoral Piauiense.** 2000. 566 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – ESALQ, Piracicaba, 2000.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A. dos; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. da S.; ROCHA, M. de M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).** Teresina: Embrapa-Meio Norte, 2003. 110 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistema de Produção, 2)

ANDREWS, D. J.; KASSAM, A. H. The influence of multiple cropping in increasing world food supplies. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. **Multiple cropping.** Madison, Wis, 1976. p. 1-11 (ASA. Special Publication, 27).

AVELAR, R. C.; DEPERON JÚNIOR, M. A.; DOURADO, D. C.; DANFA, S.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P.. UTILIZAÇÃO DE TUBETES DE DIFERENTES TAMANHOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MAMONA (*Ricinus communis* L.). In: Congresso BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., 2005, Varginha. **Anais...** Varginha, 2005.

AZEVEDO, D. M. P. de.; SANTOS, J. W. dos.; BELTRÃO, N. E. de M.; NÓBREGA, L. B. da.; PEREIRA, J. R. Efeito da população de plantas no uso eficiente da terra dos consórcios mamona/milho e mamona e caupi. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 331-344. 2001.

BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. **Situação do Gergelim nos Mercados Mundial e Nacional, 1995 a 2002.** Campina Grande: Embrapa – CNPA, 2002, 8p. (Circular Técnico 67).

BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. dos; BENATI, T.; FIRMINO, P. T. Importância econômica e social. In: BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; VIEIRA, Dirceu Justiniano. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica, 2001, p. 21-35.

BASTOS, E. Guia para o cultivo do milho. São Paulo: Ícone, 1987. 190p.

BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. **Diagnóstico do município de Pombal. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM. Recife, 2005. 23p.

BELTRÃO, N. E. M. Origem e história In: BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; VIEIRA, Dirceu Justiniano. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 17-20.

BELTRÃO, N. E. M.; ARAÚJO, A. E.; AMARAL, J. A. B.; SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; PEREIRA, J. R. **Zoneamento e época de plantio da mamoneira para o nordeste brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003a.

BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, R. L. S.; QUEIROZ, W. N. QUEIROZ, U. C. Ecofisiologia. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. 2ª edição. 2007.

BELTRÃO, N. E. M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. **Gergelim cultura no trópico semiárido nordestino**. Campina Grande: Embrapa-CNPA (Circular Técnica, 18), 1994. 52p.

BELTRÃO, N. E. M.; MELO, F. de B.; CARDOSO, G. D. e SEVERINO, L. S.. **Mamona: Árvore do Conhecimento e Sistemas de Produção para o Semi-Árido Brasileiro**. Campina Grande, Embrapa Algodão, set., 2003b, 19p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 70).

BELTRÃO, N. E. M.; SILVA L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância de seu cultivo no Brasil. **Revista brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, n.31, p.7, 1999.

BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; MARACAJA, P. B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, v.5, n.5, p. 67-73, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório: reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAID/SUDENE, 1972. 670p. (Boletim Técnico, 15).

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

CARDOSO, M. J. et al. Dose de fósforo e densidades de planta em caupi. II. Efeito sobre a produtividade de grãos e componentes de produção sob irrigação em solo Aluvial Eutrófico. In. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 4, 1996, Teresina. **Resumos...** Teresina: Embrapa-CPAMN, 1996. p. 123.

CONAB. **Levantamento de safra mamona**. Disponível em:<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_07\\_13\\_15\\_41\\_48\\_levantamento\\_de\\_safra\\_mamona\\_-\\_jul-2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_07_13_15_41_48_levantamento_de_safra_mamona_-_jul-2012.pdf)>. Acesso em 10 de jan. de 2013.

CONAB. **Levantamento de safra mamona**. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br/download/safra/MamonaSerieHist.xls>>. Acesso em 07 de out. de 2012.

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

CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; PINTO, C. M. Rendimento e uso eficiente da terra do consórcio da mamoneira com feijão - caupi e amendoim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, ENERGIA E RICINOQUÍMICA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.

CRUZ, A. L. da. **Adubação verde**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Serviço de informação agrícola, 1985. 42p.

DUKE, J. A. Ricinus communis L. **Handbook of Energy Crops**. Purdue, 1983.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **BRS Nordestina**. Campina Grande, 2010. (Folder).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **BRS Seda**. Campina Grande, 2009. (Folder).

FAO (Roma). **Statistical Data**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 10 Jan. de 2013.

FIRMINO, P. de T. et al. **Caracterização Química de Semente de Gergelim (Sesamum indicum L.) BRS 196 (CNPA G-4)**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 2001 pg. 1-2. (Instrução Técnica 117)

FIRMINO, P. de T. Gergelim: **Sistema de Produção e seu Processo de Verticalização, visando à Produtividade no Campo e Melhoria da Qualidade na Alimentação Humana**. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1996 (Prêmio Jovem Cientista).

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. de. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.12, p.136-137, 1983.

FREIRE FILHO, R. F.; CRAVO, M. S.; VILARINHO, A. A.; CAVALCANTE, E. S.; FERNANDES, J. B.; SAGRILO, E.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SOUZA, F. F.; LOPES, A. M.; GONÇALVES, J. R. P.; CARVALHO, H. W. L.; RAPOSO, J. A. A.; SAMPAIO, L. S. **BRS Novaera: Cultivar de Feijão-Caupi de Porte Semi-Ereto**. Belém, set. 2008. 4p. (Comunicado Técnico, 215).

FREIRE, E. C. In: BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 15 p.

GONÇALVES, N. P.; BENDEZÚ, J. M.; LELES, W. D. Época, espaçamento e densidade de plantio para a cultura da mamona. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 33-35, 1981.

GRANJEIRO, T. B.; CASTELLÓN, R. E. R.; ARAÚJO, F.M.M. C.; SILVA, S. M. S.; FREIRE, E. A.; CAJAZEIRAS, J. B.; ANDRADE NETO, M.; GRANJEIRO, M. B.; CAVADA, B. S. Composição bioquímica da semente. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Org). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 339 – 365.

HEMERLY, F. X. **Mamona: Comportamento e tendências no Brasil**. Brasília: Embrapa - Departamento de Informação e Documentação. 1981. 63p.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria>>. Acesso em: 07 de Jan. de 2013.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. 2011. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabelas>>. Acesso em: 06 de Jan. de 2013.

KITTOCK, D. L.; WILLIAMS, J. H. Influence of planting date on certain morphological characteristics of castor beans. **Agro. Journal**, v. 60, p. 401-403, 1968.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European journal of agronomy**, v. 11, p. 227-237, 1999. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/eja>>. Acesso em: 21 de ago. de 2012.

LACERDA, R. R. A.; SOUZA, A. dos S. SOUSA JÚNIOR, J. R.; SOUSA, J. M.; FURTADO, G. F. Comportamento de cultivares de mamona em cultivo isolado e consorciado na mesorregião do sertão paraibano. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande 7., 2010, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 2010.

LOPES, N. F. Adaptabilidade fisiológica ao consórcio. In: ZIMMERMANN, M. J. de; ROCHA, M. YAMADA, T. (eds). **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p. 375-395.

MARÉCHAL, R.; MASCHERPA, J.M.; STANIER, F. Étude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces de genres *Phaseolus* et *vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et poliniques, traitées par l'analyse informatique. **Boissiera**, v.28: p.1- 273, 1978.

MARIA, I. C. de. Conservação e manejo de solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. 1. ed. Campina Grande: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, Cap. 4, p. 78-88.

MELO, F. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, P. H. S. **Cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) consorciada com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) no Semi-Árido**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003, 89 p. (Documentos, 74).

MILANI, M.; GONDIM, T. M. S.; COUTINHO, D. **Cultura do gergelim**. Campina Grande: Embrapa-CNPA (Circular Técnica 83), 2005.

MIRANDA, E. E. de. Desenvolver a agricultura ou os agricultores? A questão do consórcio. In: REUNIÃO SOBRE CULTURAS CONSORCIADAS NO NORDESTE. Teresina, 1983. **Anais...** Teresina, Embrapa- UEPAI, 1983. P.35.

MORGADO, L. B.; RAO, M. R. **Conceitos e métodos experimentais em pesquisa com consorciação de culturas**. Petrolina: Embrapa- CPATSA, 1986. 79p. (Embrapa- CPATSA. Documento, 43).

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...** ESALQ, v. 28, p.323-337, 1971.

OLIVEIRA, C. J. S.; SOUSA, P. S.; MESQUITA, T. O.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F. Crescimento de cultivares de mamoneira sob condições de irrigação em Mossoró- RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 27-33, 2009.

PADULOSI, S; Ng.N.Q. Origin, Taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In. SING, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIEL, K. E.; JACKAI, L. E. N. (Ed.) **Advances in cowpea research**. Ibadan: IITA-JIRCAS, 1997. p. 1-11.

PARENTE, E. J. de S. **Biodiesel uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza, Ceará, Tecbio. 2003. 68 p.

PASCHOLATI, S. F.; WULFF, N. A. Doenças do gergelim (Cindissem), In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**, 4ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 379 – 384.

PINTO, C. M.; PINTO, O. R. O.; SIZENANDO FILHO, F. A.; PITONBEIRA, J. B. Mamona consorciada com girassol em plantios defasados: análise de trilha da produtividade e seus componentes. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 4, p. 219-229, 2011.

RIBEIRO, S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. GHEYI, H. R.; LACERDA, R. D. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v.40, n. 4, p. 465-473, out-dez, 2009.

RODRIGUES FILHO, A. **A cultura da mamona**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2000. 20p. (Boletim técnico).

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**, Bragança Paulista, v. 20, n. 2, p. 183-194, 2002.

SANTANA, N. S. Manejo de poscosecha. IN: FORRERO T. N. **El cultivo del anjonjolí producción y utilización**. Ibagué: **Corpoica**, 1999, p. 183-197.

SANTOS, R. F. dos.; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. de. T.; REQUIÃO, L. E. G. Análise econômica. In: AZEVEDO, D. M. P de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Informação Tecnológica, 2001. p63-76.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, M. E. C. Produção de cultivares de feijão-macáçar no Brejo paraibano. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.5, n.2, p.17-21, 2011.

SAVY FILHO, A. Mamona. Campinas: Instituto Agrônomo, abril de 2003. 4p. (folheto).

SAVY FILHO, A. Melhoramento da Mamona In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. – Viçosa: Ed. UFV, 2005. p. 429- 452.

SAVY FILHO, A.; AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; MARTINS, A. L. M.; CAVICHIOLI, J. C. Novas Cultivares, IAC-2028: nova cultivar de mamona. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília - DF, v.42, n.3, p.449-452, 2007.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. de A.; CAMPANA, M. P.; PETTINELLI JUNIOR, A. Novo cultivar de mamona: IAC-226 (Tabary). **Revista Bragantia**, Campinas, v. 49 n. 2, p. 269-280, 1990.

SAVY FILHO, A.; PAULO, E.M.; MARTINS, A.L.M.; GERIN, M.A.N. **Variedades de mamona do Instituto Agrônômico**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 12 p. (Boletim técnico, 183).

SOUZA, A. dos S. **Consórcio milho e mucuna, contribuição à introdução do plantio direto ou a produção de forragem no Brejo da Paraíba**. Areia, PB, 2000. 43f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

SOUZA, A. dos S. **Manejo Cultural da Mamoneira: Época de Plantio, Irrigação, Espaçamento e Competição de Cultivares**. Fortaleza, CE, 2007. 213p. Tese (Doutor em Agronomia), Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, CE.

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

SOUZA, A. dos S.; TÁVORA, F. J. A. F.; BELTRÃO, N. E. M.; FREIRE, R. M. M. Componentes de produção da mamoneira cultivada em diferentes espaçamentos e épocas de plantio. In: Congresso brasileiro de mamona, 4 e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2010. 1 CD-ROM.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 792p.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, 1982. 111 p. the urban climate of a typically tropical city of northeastern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 161, n. 1-4, p. 45-59, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC/CCA, 1993. 248p

VASCONCELOS, M. A. C. de. **Informações sobre o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.)**. Fortaleza: EMATECE, 1990. 19p.

VERDCOURT, B. Studies in the Leguminosae-Papilionoideae for the flora of tropical East África. IV. **Kew Bull**. 24: 507-69, 1970.

VIJAYA KUMAR, P.; RAMAKRISHNA, Y. S.; RAMANA RAO, B. V.; VICTOR, U. S.; SRIVASTAVA, N. N.; SUBBA RAO, A. V. M. Influence of moisture, thermal and photoperiodic regimes on the productivity of castor beans (*Ricinus communis* L.). **Agricultural and Forest Meteorology, Hyderabad**, v. 88, p. 279-289, 1997.

WETZEL, M. M. V. S.; FAIAD, M. G. R. Germosplama de Caupi: Coleta, Conservação e Intercâmbio, In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI. **Anais...** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2001. p. 312-315.

ZOZ, T. **Correlação e análise de trilha de produtividade de grãos e seus componentes e caracteres de planta em cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) E mamona (*Ricinus communis* L.)**. Botucatu, SP, 2012. 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP.