



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

ANTONIO FRANCELINO DE OLIVEIRA FILHO

CONSÓRCIO MAMONA X CULTURAS ALIMENTÍCIAS EM DIFERENTES
ARRANJOS ESPACIAIS

FORTALEZA
2013

ANTONIO FRANCELINO DE OLIVEIRA FILHO

**CONSÓRCIO MAMONA X CULTURAS ALIMENTÍCIAS EM DIFERENTES
ARRANJOS ESPACIAIS**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Pitombeira

**FORTALEZA
2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- O45c Oliveira Filho, Antonio Francelino de.
Consórcio mamona X culturas alimentícias em diferentes arranjos espaciais / Antonio Francelino de Oliveira Filho. – 2013.
78 f., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Fortaleza, 2013.
Área de concentração: Fitotecnia.
Orientação: Prof. Dr. João Bosco Pitombeira.
1. Cultivo consorciado. 2. Mamona – Cultivo. 3. Feijão-caupi. 4. Milho. I. Título.

ANTONIO FRANCELINO DE OLIVEIRA FILHO

**CONSÓRCIO MAMONA X CULTURAS ALIMENTÍCIAS EM DIFERENTES
ARRANJOS ESPACIAIS**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Aprovada em: 26/02/2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Bosco Pitombeira (Orientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Alek Sandro Dutra

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

Aos meus pais
Antonio Francelino de Oliveira e
Cícera Benedita Tôrres de Oliveira.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, porque a ele pertence minha vida e está sempre a me amparar;

Aos meus Queridos pais (Antonio e Cícera) pela incansável luta para a realização deste sonho de ser mestre em agronomia;

A Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade e apoio na realização deste trabalho;

Ao professor João Bosco Pitombeira pela dedicação na orientação, vivência e companheirismo;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPQ pela concessão da bolsa durante o curso;

A PETROBRÁS pelo financiamento da pesquisa;

Aos amigos Geovânio Barros e Thiago Bezerra pela colaboração nos trabalhos de campo, laboratório e análises estatística;

Ao professor Alek Dutra pelo apoio para a realização deste trabalho;

A todos os professores do Departamento de Fitotecnia da UFC pela experiência repassada e contribuição para minha formação acadêmica;

A Pedro Djacir pela imensa ajuda nos trabalhos de campo e catalogação dos dados para as análises estatística;

Ao secretário da Pós-Graduação em Fitotenia/UFC Deocleciano Xavier pela amizade e apoio na parte burocrática;

A todos os meus irmãos, em especial a Bené (Antonio Benedito) pelo carinho;

A meus amigos David Campelo, Lucas Kennedy, João Paulo, Ramon Feitosa, Raimundo Thiago, Bruno Lessa e Branca (Maria Lucilania) pelo apoio e amizade no decorrer do curso;

A todos os familiares e amigos pelo incentivo e apoio em todas as horas;

A Jacinta Regis pelo acolhimento e amizade quando cheguei em Fortaleza;

A todos os amigos da Pós-Graduação em Fitotecnia/UFC pela amizade e convivência harmoniosa;

A todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para tornar esse sonho realidade.

RESUMO

O consórcio consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, como estratégia para reduzir o risco da atividade diante da irregularidade climática muito frequente nas regiões semiáridas. Este trabalho objetivou avaliar características agronômicas e Uso Eficiente da Terra (UET) de plantas de mamona com feijão caupi em monocultivo e consorciadas e mamona com milho em monocultivo e consorciados em diferentes arranjos de plantio em regime de sequeiro na região semiárida do sertão central cearense. Foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Lavoura Seca, pertencente à Universidade Federal do Ceará em Quixadá/Ceará, Brasil, entre os meses de abril e agosto de 2011. O delineamento utilizado para ambos os experimentos foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. As populações desejadas foram obtidas variando o número de plantas dentro da fileira, sendo fileiras simples alternadas. As parcelas foram compostas por quatro fileiras de cada cultura, na qual usou-se como parcela útil apenas as duas fileiras centrais. Os tratamentos consistiram de monocultivo de mamona, caupi e milho, usando 10.000, 40.000 e 40.000 plantas ha⁻¹ respectivamente e dos demais consórcios: (mamona 10.000 + 40.000 caupi ou milho); (mamona 5.000 + 40.000 caupi ou milho); (mamona 10.000 + 20.000 caupi ou milho); (mamona 5.000 + 20.000 caupi ou milho) plantas ha⁻¹. A maior produtividade de mamona foi obtida usando-se 10.000 plantas ha⁻¹ tanto consorciada como em monocultivo com caupi, independente da população de feijão. Já quando consorciada com o milho, o fator que mais interferiu no rendimento foi o aumento da população de milho, em detrimento da redução da população da mamoneira. As mais elevadas produtividades de feijão caupi foram constatadas no monocultivo e não diferiu estatisticamente dos consórcios (mamona 5.000+40.000 caupi) e (mamona 5.000+20.000 caupi) plantas ha⁻¹. A mamona mesmo na máxima população não competiu significativamente em nível de comprometer o rendimento do cereal. Todos os arranjos entre mamona e feijão caupi foram eficientes no uso da terra, já o milho dominou a mamoneira em todos os consórcios, sendo mais competitivo e comprometendo o rendimento da mesma.

Palavras-Chave: *Ricinus communis* L. Arranjo de plantio. *Vigna unguiculata* L. Cultivo múltiplo. *Zea mays* L.

ABSTRACT

The consortium consists of the simultaneous cultivation of two or more crops in the same area, as a strategy to reduce the risk of activity before the irregularity climatic very common in semiarid regions. This study aimed to evaluate productive characteristics, gross income and Efficient Use of Land (UET) of the castor bean plants with cowpea bean in monocrop and intercropped with castor bean and maize monocrop and intercrop under different planting arrangements in a regime rainfed semiarid region in the central interior of Ceará. Two experiments were conducted in Farm Lavoura Seca, owned by the Federal University of Ceará in Quixadá / Ceará, Brazil, between April and August 2011. The experimental delineate for both experiments was a randomized block with six treatments and four repetitions. Populations desired been obtained varying the number of plants within the row, with alternate single rows. The plots were composed by four rows of each crop, which was used as a useful plots just the two central rows. The treatments consisted of monoculture castor bean, cowpea and maize, by using 10,000, 40,000 and 40,000 plants ha⁻¹ respectively and other consortiums: (castor bean 10,000 + 40,000 cowpea or maize); (castor bean 5,000 + 40,000 cowpea or maize); (castor bean 10,000 + 20,000 cowpea or maize); (castor bean 5,000 + 20,000 cowpea or maize) plants ha⁻¹. The higher productivity of castor bean was obtained using 10,000 plants ha⁻¹ both consortiums with cowpea as an in monocrop, independent of population of beans. Since when consortiums with maize, the factor that most affect the yield was the increase of maize population, in detriment of reducing the population of the castor bean. The highest yields of cowpea were found in the monoculture and did not differ statistically from consortiums (castor bean 5,000 +40,000 cowpea) and (castor bean 5,000 +20,000 cowpea) plants ha⁻¹. All of the arrangements between castor bean and cowpea were efficient in land use, have dominated the castor bean in all consortiums, being more competitive and compromising the quality of the same.

Keywords: *Ricinus communis* L. Arrangement planting. *Vigna unguiculata* L. Multiple cropping. *Zea mays* L.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1 CAPÍTULO I.....	12
1.1 Caracterização do Semiárido.....	12
1.2 Cultura do feijão caupi.....	13
1.3 Cultura do milho.....	17
1.4 Biodiesel.....	20
1.5 Cultura da mamoneira.....	22
1.6 Sistemas de cultivo.....	27
1.7 Consórcio e interação de plantas.....	28
1.8 Referências.....	32
2 CAPÍTULO II - CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E UET DE PLANTAS DE MAMONA E FEIJÃO CAUPI EM PLANTIOS CONSORCIADOS COM DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS.	
RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41
2.1 INTRODUÇÃO.....	42
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
2.3.1 Mamoneira.....	48
2.3.2 Feijão caupi.....	51
2.3.3 Efeito combinado do consórcio.....	53
2.4 CONCLUSÕES.....	56
2.5 REFERÊNCIAS.....	57

3 CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E UET DE PLANTAS DE MAMONA E MILHO EM PLANTIOS CONSORCIADOS COM DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS

RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
3.1 INTRODUÇÃO.....	62
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
3.3.1 Mamoneira.....	68
3.3.2 Milho.....	71
3.3.3 Efeito combinado do consórcio.....	72
3.4 CONCLUSÕES.....	75
3.5 REFERÊNCIAS.....	76

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1 e 7	Características químicas do solo da área experimental na Fazenda Experimental Lavoura Seca, Quixadá, CE, 2011.....	45 e 65
2	Populações e arranjos entre plantas de mamona e feijão caupi	45
3	Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) das variáveis: Altura de planta (AP), Altura da inserção do Primeiro Racemo (APR), Massa de 100 grãos (MG), Produtividade de Baga (PB), Produtividade de Grãos (PG), Relação Grão-Baga (RGB), Percentagem de Óleo no grão (Óleo) e Produtividade em óleo (PO) da mamona em cultivo solteiro e consorciado com o feijão caupi.....	48
4	Altura de planta (AP), Altura do Primeiro Racemo (APR), Massa de 100 grãos (MG), Produtividade em Baga (PB), Produtividade em Grãos (PG), Relação Grão-Baga (RGB), Percentagem de Óleo no grão (Óleo) e Produtividade em Óleo (PO) da mamona em cultivo solteiro e consorciado com o feijão caupi.....	48
5	Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) das variáveis: vagens por planta (NVP), número grãos por vagem (NGV), comprimento de vagem (CV), produtividade em vagem (PV), massa de 100 grãos (MG) e produtividade de grãos (PG) do feijão caupi em cultivo solteiro e consorciado com mamona.....	51
6	Número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), comprimento de vagem (CV), produtividade em vagens (PV), massa de 100 grãos (MG) e produtividade em grãos (PG) de feijão caupi em cultivo solteiro e consorciado com mamona.....	52
8	Populações e arranjos entre plantas de mamona e milho.....	65
9	Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) das variáveis: Altura de planta (AP), Altura da inserção do Primeiro Racemo (APR), Massa de 100 grãos (MG), Produtividade em Baga (PB), Produtividade em Grãos (PG), Relação Grão-Baga (RGB) e Percentagem de Óleo na Semente (Óleo) e Produtividade em Litros de Óleo (PO) da mamona em cultivo solteiro e consorciado com o Milho.....	68

10	Altura de planta (AP), Altura do Primeiro Racemo (APR), Massa de 100 grãos (MG), Produtividade em Baga (PB), Produtividade em Grãos (PG), Relação Grão-Baga (RGB), Percentagem de Óleo na Semente (Óleo) e Produtividade em Litros de Óleo (PO) da mamona em cultivo solteiro e consorciado com o Milho.....	68
11	Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) das variáveis: Número de Espigas Colhidas por Hectare (NECPH), Produtividade em Espigas Sem Palhas (PESP), Massa de 100 grãos (MG) e Produtividade em Grãos (PG) do Milho em cultivo solteiro e consorciado com mamona.....	71
12	Número de Espigas Colhidas por Hectare (NECPH), Produtividade em Espigas Sem Palhas (PESP), Massa de 100 Grãos (MG) e Produtividade em Grãos (PG) do Milho em cultivo solteiro e consorciado com mamona.....	71

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1 e 3	Precipitação pluviométrica e temperatura média do ar ocorrida na área experimental da Fazenda Lavoura Seca durante a execução do experimento, Quixadá, CE, 2011	44 e 64
2	Uso eficiência da terra dos consórcios: mamona com feijão caupi nos arranjos de 10.000:40.000 ; 5.000:40.000 ; 5.000:20.000 e 10.000:20.000 plantas ha ⁻¹ , respectivamente.....	54
4	Uso eficiência da terra dos consórcios: mamona com milho nos arranjos de 10.000:40.000 ; 5.000:40.000 ; 5.000:20.000 e 10.000:20.000 plantas ha ⁻¹ , respectivamente.....	73

Capítulo I

1.1- Caracterização do Semiárido

De acordo com Maltchick (1997), cerca de 20% da população mundial, mais de 1,0 bilhão de pessoas, vivem nas regiões semiáridas e, no Brasil, são mais de 20 milhões de indivíduos que vivem no semiárido nordestino. Segundo dados e registros da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a área do Nordeste brasileiro é de 1.555.001,1 Km², correspondente a 18% do território nacional, dos quais 75% são classificados como semiáridos e áridos (EMBRAPA, 1993). O semiárido engloba os estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Piauí, Sergipe e quase a totalidade dos estados de Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte, além do norte de Minas Gerais.

A geologia no ambiente semiárido é muito variável, porém com predomínio de rochas cristalinas, seguidas de áreas sedimentares e, em menor proporção, encontram-se áreas de cristalino com uma cobertura pouco espessa de sedimentos arenosos ou areno-argilosos. Em consequência da diversidade de material de origem, de relevo e da intensidade de aridez do clima, verifica-se a ocorrência de diversas classes de solo no semiárido, os quais se apresentam em grandes extensões de solos jovens e também solos evoluídos e profundos (JACOMINE, 1996; REBOUÇAS, 1999).

Os solos, em geral, são rasos, com frequentes afloramentos rochosos, apresentando baixa capacidade de retenção de umidade e baixo teor de matéria orgânica. Solos quando profundos com reservas hídricas suficientes para a irrigação, apresentam tendência para salinização, face à elevada evapotranspiração (EMBRAPA, 1979). Os solos dessas regiões fisiográficas possuem limitações de fertilidade, além de apresentarem problemas de acidez e, em alguns locais, de salinidade e altos níveis de alumínio trocável. O fósforo é o fator limitante comum de fertilidade dos solos dessa região (MELO *et al.*, 2005).

O clima predominante na região semiárida nordestina é do tipo BSw'h', conforme a classificação de Köppen, ou seja, tropical seco com a evaporação excedendo a precipitação, com ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais. Outra característica importante da região é a imprevisibilidade das estações chuvosas, de maneira que a época em que são elevados os índices pluviométricos varia ano a ano, tornando-se difíceis às tomadas de decisão sobre o uso dos recursos desse ecossistema. Enquanto a temperatura, a radiação solar e os aportes de nutrientes nos ecossistemas do semiárido variam relativamente pouco no ano, à precipitação comumente ocorre em eventos descontínuos, em forma de pulsos de curta duração (NOY-MEIR, 1973).

De uma forma geral, o semiárido brasileiro é caracterizado pela frequente incidência de secas que ocorre, em média, a cada cinco anos. O fenômeno se deve tanto à má distribuição das chuvas (o período chuvoso, chamado de inverno pela população local, restringe-se ao período de janeiro a maio), quanto à baixa capacidade de retenção de água no solo, e altas taxas de evaporação e evapotranspiração (FREITAS, 1999).

A atual conjuntura fundiária brasileira é marcada por três categorias de produtores: empresários agrícolas, agricultores familiares tradicionais e agricultores familiares de áreas de assentamentos. Essa realidade tem gerado demandas tecnológicas e de logísticas diferenciadas, no que diz respeito à assistência técnica e extensão rural, implicando diretamente o nível de adoção e de apropriação das tecnologias geradas pela pesquisa agropecuária (CARTAXO *et al.*, 2007).

As mudanças ocorridas nos paradigmas do agronegócio e a valorização da agricultura familiar como linha de estratégia de desenvolvimento econômico rural será uma forma bastante eficaz de distribuição de renda se, além da valorização do aspecto social, seja priorizado a sustentabilidade e competitividade com agricultura patronal (NUNES, 2008). Segundo resultados do Censo Agropecuário Familiar – IBGE (2006), na região Nordeste se concentra cerca de 50% dos estabelecimentos agropecuários de agricultores familiares do país.

1.2 - Cultura do Feijão Caupi

O feijão caupi (feijão macaça, feijão macáçar ou feijão de corda), (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado no Brasil desde o início da colonização, ainda não é bem conhecido no país, a despeito da sua importância social e econômica e seu potencial estratégico para as regiões Norte e Nordeste. Este feijão é uma das fontes alimentares mais importantes e estratégicas para as regiões tropicais e subtropicais do mundo. É possuidor também de grande plasticidade, adaptando-se bem a diferentes condições ambientais, e tem grande capacidade de fixar nitrogênio atmosférico por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Além disso, contém os 10 aminoácidos essenciais ao ser humano e tem um excelente valor calórico (FREIRE FILHO *et al.*, 2005).

O feijão caupi é uma planta *Dicotyledonea*, que pertence à ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, gênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L) Walp (PADULOSI; NG, 1997).

Dados disponíveis na FAO (2009) sobre a produção mundial de feijão caupi no ano de 2007, indicam a produção de 3,6 milhões de toneladas em 12,5 milhões de hectares. É cultivado em 36 países, destacando-se entre os maiores produtores a Nigéria, o Niger e o Brasil, respectivamente, os quais representam juntos 84,1 % da área plantada e 70,9 % da produção mundial. Vale ressaltar a existência de um viés nessas estimativas, pois os dados do Brasil, por exemplo, não foram contabilizados nas estimativas da FAO, certamente em função da não realização da separação das estimativas de feijão-comum e feijão caupi pelo IBGE.

O oeste da África, mais precisamente a Nigéria é o centro primário de diversidade da espécie (Steele & Mehra, 1980; Ng & Maréchal, 1985) sendo na região de Transvaal, na República da África do Sul, o local de especiação de *V. unguiculata* (L) Walp (PADULOSI; NG, 1997).

O nome “Macáçar” é, provavelmente, a designação mais antiga dada ao feijão caupi no Brasil. É possível que o nome do feijão esteja associado à cidade de Macáçar, na Indonésia, hoje chamada de Ujung Pandang (BARRACLOUGH, 1995). Freire Filho (1988) apresenta várias evidências de que o feijão caupi foi introduzido na América Latina, no século XVI, pelos colonizadores espanhóis e portugueses, primeiramente nas colônias espanholas e em seguida no Brasil, provavelmente no estado da Bahia. A partir da Bahia o feijão foi levado pelos colonizadores para outras áreas da Região Nordeste e para outras regiões do país.

A planta é constituída de uma haste principal, da qual partem ramos laterais, que emergem das axilas das folhas da haste principal. Existem ramos primários que se originam diretamente da haste principal, secundários que se originam dos primários, e assim por diante, dependendo da morfologia da planta, resultante do hábito e do tipo de crescimento, que podem ser classificados determinado e indeterminado (CARDOSO *et al.*, 2005).

A arquitetura da planta de caupi é classificada segundo Freire Filho (2005) nos seguintes portes: porte ereto, ramos principal e secundários curtos, ramo principal ereto, com os ramos secundários formando um ângulo que pode variar de reto a agudo com o ramo principal; semi-ereto, ramos principal e secundários curtos a médio, ramo principal ereto com os ramos secundários formando um ângulo reto com o ramo principal, geralmente sem tocar o solo; semi-prostrado, ramos principal e secundários médios, ramo principal ereto com os ramos secundários inferiores tocando o solo, a partir de seu terço médio, os ramos apresentam tendência de se apoiar em suportes verticais; prostrado, ramos principal e secundários longos, ramo principal curvado com os ramos secundários inferiores tocando o solo em quase toda a sua extensão e apresentando pouca tendência de se apoiar em suportes verticais.

As variedades do gênero *Vigna* são plantas anuais, herbáceas, robustas, arbustivas, prostradas ou escandentes, geralmente glabras. O sistema radicular é bastante desenvolvido, ocorrendo a presença de bactérias do gênero *Rhizobium*, responsáveis pela assimilação simbiótica de nitrogênio. As folhas são compostas, trifoliadas, longo-pecioladas, com folíolos de formato ovalado, de base cuneada e ápice agudo ou obtuso, todos de tamanho equivalente, com 6-8 cm de comprimento. A inflorescência ocorre no ápice de pedúnculos comuns, retos ou curvados, deixando visível a posição interna das sementes. Na maturação os legumes secam e se abrem pelas suturas (BEVILAQUA *et al.*, 2007).

Segundo Freire Filho *et al.* (2000), o feijão caupi tem seu ciclo classificado da seguinte forma: ciclo superprecoce, a maturidade é alcançada até os 60 dias após a semeadura; ciclo precoce, a maturidade é apresentada entre 61 e 70 dias após a semeadura; ciclo médio, a maturidade é alcançada entre 71 e 90 dias após a semeadura; ciclo médio-precoce, a maturidade é alcançada entre 71 e 80 dias após a semeadura; ciclo médio-tardio, a maturidade é alcançada entre 81 e 90 dias após a semeadura e; ciclo tardio, a maturidade é alcançada a partir de 91 dias após a semeadura.

Os ciclos superprecoce, precoce e médio-precoce vêm crescendo de importância, em decorrência, possivelmente, dos períodos chuvosos irregulares, geralmente mais curtos, particularmente na região Nordeste, que têm levado os produtores a optar por cultivares mais precoces. Outros aspectos que também devem ser considerados são o aumento da Mecanização da lavoura, particularmente da colheita, que exige que a maturidade das vagens ocorra em um período mais concentrado, o que é conseguido com cultivares de ciclo mais curto, e o crescimento do plantio irrigado, no qual o produtor deseja que a lavoura fique o menor tempo possível no campo para reduzir o consumo de água e energia e para que ele tenha mais tempo para comercialização (FREIRE FILHO *et al.*, 2005).

Ao contrário do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e de outras leguminosas, o feijão caupi adapta-se relativamente bem a uma ampla faixa de clima e solo (de areias quartzosas a solos de textura pesada). Por apresentar elevada capacidade de fixação biológica do nitrogênio atmosférico. Adapta-se a solos de baixa fertilidade nas mais diversas condições de cultivos culturais (EHLERS; HALL, 1997).

O feijão é uma planta do tipo C₃, também chamado de Ciclo de Calvin ou Ciclo de Calvin-Benson, na qual tem como primeiro produto estável da fotossíntese um composto contendo três carbonos (3-fosfoglicerato) (TAIZ; ZEIGER, 2009). Por meio desse mecanismo, a planta fixa o CO₂ atmosférico, metabolizando-o em compostos orgânicos, que vão formar a estrutura da planta. Essa estrutura é constituída em mais de 90% por compostos

de carbono e em quase 10% por elementos minerais. Sendo uma planta C₃, o feijão caupi satura fotossinteticamente a intensidade de luz relativamente baixa, isto é, em torno de 10.000 e 40.000 lux. (CARDOSO *et al.*, 2005).

A temperatura e o fotoperíodo também podem exercer marcada influência na fenologia das espécies vegetais e, muitas vezes, existe uma estreita interação entre esses dois fatores ambientais. A ação da temperatura é bem mais importante sobre as reações bioquímicas do que sobre as reações fotoquímicas, enquanto a literatura considera que os limites de temperatura capazes de afetar o metabolismo dos vegetais variam não só entre espécies, mas também dentro de uma mesma espécie (PINHO *et al.*, 2005). Esta leguminosa desenvolve-se numa faixa de temperatura entre 20°C e 35°C (ARAÚJO *et al.*, 1984).

Da germinação ao final da formação de vagens e granação, o caupi requer uma quantidade de água em torno de 650 mm, regularmente distribuídos (OLIVEIRA & CARVALHO, 1988). O número de dias em que a planta a planta tolera um estresse de água varia de cultivar para cultivar, já que algumas são capazes de manter algum crescimento ou pelo menos de sobreviver em condições de solos secos. Esse aspecto é explicado, em parte, pelo hábito de enraizamento profundo de certos genótipos e isso justifica a habilidade da cultura crescer e produzir em condições semidesérticas do Saara africano e do Nordeste do Brasil (QUIN, 1997).

Na região Nordeste do Brasil, o cultivo do feijão caupi quase sempre estar associado as incerteza da agricultura de sequeiros e ao sistema de produção de subsistência em consórcio com outras culturas, como milho (*Zea mays* L.) e mandioca (*Manihot utilíssima* Pohl.), embora seja crescente o plantio da cultura em condições de irrigação. (PINHO *et al.*, 2005).

Há um considerável mercado para o feijão caupi a ser explorado em, praticamente, todos estados das regiões Norte e Nordeste. Esse fato se constitui de maior importância por representar mais uma possibilidade de exploração para os produtores dessas regiões. Entretanto, para consolidação e crescimento desse mercado há necessidade de que sejam indicadas, pelas instituições de pesquisa, as cultivares mais apropriada para cada Estado, ou mesmo, para as áreas específicas dentro do Estado, de modo que sejam atendidas as expectativas dos produtores em termos de adaptação, resistência a doenças e pragas, facilidade de manejo e nível de produtividade, bem como as exigências dos consumidores em termos de aspecto visual e qualidade culinária (FREIRE FILHO *et al.*, 1997).

Dentre as várias cultivares recomendadas para o plantio no estado do Ceará, destaca-se a cultivar “Setentão”, por apresentar boa capacidade produtiva. É cognominada de

"Setentão" em comemoração aos 70 anos de fundação do Curso de Agronomia no Estado do Ceará. A cultivar "Setentão" apresenta as seguintes características botânicas e agronômicas: hábito de crescimento indeterminado, porte semi-ramador, folha semi-ovalada, cor da vagem amarela, comprimento da vagem em média de 21 cm, forma da vagem romboide, cor do tegumento creme esverdeado, floração aos 48 dias, ciclo 65 a 70 dias, apresenta em média 14 grãos por vagem, peso de 100 sementes em média de 19,8 grama e produtividade de 1.200 kg ha⁻¹; é resistente ao "cowpea severe mosaic virus" (CpSMV, vírus do mosaico severo do caupi) e altamente resistente a uma estirpe de "cucumber mosaic virus" (CMV, vírus do mosaico do pepino) (PAIVA *et al.*, 1990).

Na safra agrícola 2011/2012 do estado do Ceará, a produção de grãos de feijão caupi atingiu 256,6 mil toneladas, numa área plantada de 612,9 mil hectares e uma produtividade média de 424 kg ha⁻¹ (CONAB 2011).

O plantio do feijão caupi em consórcio com outras culturas é prática comum na região semiárida do Brasil, sendo realizado por pequenos agricultores. Bezerra *et al.*, 2007 consorciaram, feijão caupi com sorgo e verificaram elevado Uso Eficiente de Terra quando arranjou 50% da população de feijão caupi com 50% da população de sorgo no consórcio com as fileiras das culturas dispostas de forma alternada. O rendimento do feijão caupi no consórcio aumenta apenas com o incremento da própria população do caupi (AZEVEDO *et al.*, 2007c).

1.3- Cultura do Milho

O milho (*Zea mays* L.) é considerado uma das mais importantes e antigas culturas agrícolas. Tem origem nas Américas, mas é cultivado desde a Rússia até a Argentina, em diferentes latitudes. Representa um produto estratégico para a segurança alimentar da população mundial sendo utilizado para a nutrição humana e alimentação animal, principalmente na avicultura, suinocultura e bovinocultura (de corte e de leite). Além dessas finalidades, o milho é cultivado para a extração do bioetanol, fato esse evidenciado em grande parte no plantio nos Estados Unidos. Além disso, também é utilizado na indústria química e alimentícia, de onde se obtém mais de quinhentos derivados (ALVES; AMARAL, 2011).

Dentro da classificação botânica, o milho é uma gramínea da família *Poaceae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. É taxonomicamente identificado como *Zea mays* L. spp *mays*, para distinguir do seu parente silvestre mais próximo, o teosinto, ambos

com $2n = 2x = 20$ cromossomos. Originado do México, o milho apresenta grande variabilidade e atualmente existem cerca de 250 raças (PATERNIANI; CAMPOS, 1999).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, perdendo apenas para os Estados Unidos e China. A produção nacional totalizou 57 milhões de toneladas na safra de 2011. A primeira idéia é o cultivo do grão para atender ao consumo na mesa dos brasileiros, mas essa é a parte menor da produção. Pois o principal destino da safra são as indústrias de rações para animais (MAPA, 2012). A cultura do milho ocupou em 2011 uma área em torno de 7,07 milhões de hectares, apresentando um rendimento médio de 4.016 kg ha^{-1} (CONAB, 2012a).

A safra agrícola de grãos 2011/2012 do estado do Ceará, com base nos acompanhamentos de safra, pelas entidades que acompanham o setor agrícola no Estado, aponta para uma produção de 1.456,6 mil toneladas de grãos, dentro de uma área plantada de 1.434,9 mil hectares e uma produtividade média de 1.015 (kg/ha) (CONAB, 2012b). Verifica-se no Nordeste que os agricultores familiares utilizam técnicas rudimentares na produção de milho sendo este um dos fatores do baixo nível de produtividade apresentado por eles. Além disso, boa parte da produção é direcionada para o autoconsumo.

O milho pertence ao grupo das angiospermas, ou seja, produz as sementes no fruto e a planta do milho chega a uma altura de 2,5 metros, embora haja variedades bem mais baixas. O caule tem aparência de bambu, e as juntas estão geralmente a 50 centímetros de distância umas das outras e a fixação da raiz é relativamente fraca. A espiga é cilíndrica, e costuma nascer na metade da altura da planta, sendo os grãos do tamanho de ervilhas, e são dispostos em fileiras regulares presas no sabugo, que formam a espiga. Eles têm dimensões, peso e textura variáveis, sendo que cada espiga contém de duzentos a quatrocentos grãos (MATOS, 2007).

A temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, da emergência à floração, está compreendida entre 24 e 30°C. Já quanto à exigência hídrica, este pode ser cultivado em regiões aonde as precipitações vão desde 250 mm até 5000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida pela planta, durante seu ciclo, está em torno de 600 mm (EMBRAPA, 2008).

A radiação solar é um dos parâmetros de extrema importância para a planta de milho, sem a qual o processo fotossintético é inibido e a planta é impedida de expressar o seu máximo potencial produtivo. Grande parte da matéria seca do milho, cerca de 90%, provém da fixação de CO_2 pelo processo fotossintético, sendo o milho uma planta do grupo C4, que

apresenta como primeiro produto estável da fotossíntese um composto de 4 carbono (oxaloacetato), possuindo anatomia Kranz nas células da bainha vascular e apresenta-se altamente eficiente na utilização da luz (EMBRAPA, 2008).

A eficiência da utilização da radiação solar pelas culturas é baixa, porque grande parte dessa radiação é dissipada, sendo o arranjo de plantio uma prática de manejo importante para potencializar o rendimento de grãos de milho, pois esta prática afeta diretamente a interceptação da radiação solar (MARCHÃO; BRASIL, 2007). A baixa população de plantas é um dos aspectos responsáveis pela baixa produtividade de milho no Brasil. Na escolha da densidade ótima de semeadura, deve-se levar em consideração a cultivar, disponibilidade de água e nutrientes, concorrência com plantas invasoras, destino do produto, sabendo-se que a população ideal de plantas está relacionada com a finalidade da cultura (BARBOSA, 2011).

Várias culturas têm sido empregadas em sistema de consórcio, porém o milho tem sido a preferida, devido à sua tradição de cultivo, ao grande número de cultivares comerciais adaptadas a diferentes regiões ecológicas do Brasil e à excelente adaptação (JAKELAITIS *et al.* 2005). Experimentos envolvendo o consórcio do milho com a mamona conduzidos no semiárido paraibano durante quatro anos agrícolas apontam alterações no rendimento dos grãos de milho (AZEVEDO *et al.*, 2007b).

O rendimento do milho no consórcio aumenta apenas com o incremento da sua própria população (AZEVEDO *et al.*, 2007c) e segundo Bezerra *et al.*, 2007, nos consórcios sorgo + milho avaliados pelo UET verificaram que o melhor arranjo nesse consórcio ocorreu quando as fileiras das culturas foram dispostas de forma alternada.

1.4 - Biodiesel

O biodiesel é um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo ao óleo diesel mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol, respectivamente (PARENTE, 2003).

A concentração atual do CO₂ da atmosfera está aumentando em cerca de 1 a 3 ppm (parte por milhão) por ano, principalmente por causa da queima do combustível fóssil, como carvão, petróleo e gás natural. O aumento do CO₂ atmosférico resulta no aquecimento do clima da terra (Aquecimento Global), que é causado pela captação de radiação de onda longa pela atmosfera (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Visando reduzir as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, usando um combustível limpo e que agregasse responsabilidade ambiental e social, o governo brasileiro lançou em 2004 o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) que tem como objetivo produzir combustível, a partir de oleaginosas, de forma técnica e economicamente sustentável, propiciar a inclusão social e o desenvolvimento regional a partir da geração de emprego e renda para os trabalhadores rurais (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013).

A Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005, instituiu juridicamente o início da implementação do PNPB (marco regulatório), introduzindo o biodiesel na Matriz Energética Brasileira de combustíveis líquidos ao estabelecer a obrigatoriedade, em todo território nacional, da adição de 2% desse biocombustível ao óleo diesel de origem fóssil no país a partir de 2008. Tal regulamentação amplia a mistura obrigatória para 5% a partir desse ano de 2013 (SUERDIECK, 2006). Vale ressaltar que, dependendo da evolução da capacidade produtiva e da disponibilidade de matéria-prima para o biodiesel, entre outros fatores, esses prazos que prevê a ampliação da mistura obrigatória do biodiesel ao diesel comum podem ser antecipados.

A cultura da mamona direcionada à produção de biodiesel apresenta um instrumento de geração de renda nas regiões semi-áridas, pois dentre as outras oleaginosas, a mamona é a que apresenta as maiores potencialidades devido, primeiramente, à relativa familiaridade do agricultor com a cultura, que pode utilizar tecnologias mais simples para a sua produção, como consorciação com outras culturas. Segundo, pela sua maior resistência à seca e teor de óleo nos grãos acima das outras oleaginosas, além apresentar o único triglicerídeo solúvel em álcool e que não altera suas propriedades com variação bruscas de

temperatura, sendo um dos mais densos e viscosos óleos da natureza. (BELTRÃO *et al.*, 2011).

Além das vantagens socioeconômicas que a cultura da mamona propicia, devido fixar o homem no campo, segundo a EMBRAPA (2004) cada hectare cultivado com mamona absorve dez toneladas de gás carbônico, ou seja, o quádruplo da média das outras oleaginosas, reduzindo assim o aquecimento global.

Para a inserção da agricultura familiar nesta cadeia produtiva são disponibilizadas linhas de crédito específicas para o custeio da produção de oleaginosas, sem prejudicar as outras produções realizadas paralelamente. Assim, o governo brasileiro criou o Pronaf Biodiesel, para que o agricultor continue a plantar as culturas que está mais habituado (milho, feijão, etc.), mas que plante também oleaginosas para produção de biodiesel.

Segundo Holanda (2004), a substituição do óleo mineral pelo biodiesel reduz as emissões em 20% de enxofre, 9,8% de anidrido de carbono, 14,2% de hidrocarbonetos não queimados, 26,8% de material particulado e 4,6% de óxido de nitrogênio. O biodiesel permite que se estabeleça um ciclo de carbono, fixando esse gás na biomassa vegetal quando a planta cresce, e liberando o gás carbônico quando o biodiesel é queimado na combustão do motor (BELTRÃO; LIMA, 2007a).

O Nordeste brasileiro, em especial o estado do Ceará, apresenta condições climáticas e edafológicas favoráveis à produção de biomassa para biodiesel. Além disso, essa produção torna-se importante na medida em que se visualizam escassas oportunidades de explorações capazes de proporcionar melhores níveis de renda e fixação do homem no campo. Assim, o cultivo da mamona pode ser mais uma opção de renda para o agricultor familiar. A tendência do mercado nacional aponta para demandar maiores quantidades de biodiesel, em razão de que, este ano de 2013, o compromisso legal é de aumentar de 2% para 5% o percentual de adição de biodiesel na mistura ao óleo diesel.

Para Grandó (2003), se apenas 6% da agricultura familiar participasse do cultivo da mamona, o mercado de biodiesel produziria mais de um milhão de empregos, considerando que para cada emprego no campo são gerados três na cidade.

1.5 - Cultura da Mamoneira

A mamona (*Ricinus communis* L.) pertence à família Euphorbiaceae e é popularmente conhecida no Brasil como: carrapateira, enxerida, rícino e palma-de-cristo.

Segundo Rodrigues *et al.* (2002), na classificação de Engler, a mamona tem a seguinte posição sistemática: Divisão *Angiospermae*; Classe *Dicotyledoneae*; Subclasse *Archichlamydeae*; Ordem *Geraniales*; Família *Euphorbiaceae*; Subfamília *Euphorbioideae*; Tribo *Crotoneae*; Gênero *Ricinus* e Espécie *Ricinus communis* L.

Apresenta crescimento indeterminado, inicialmente muito lento com dicotomia pronunciada, o que torna pouco competitiva com plantas daninhas e outras plantas do agroecossistema (BELTRÃO *et al.*, 2011).

A mamoneira é uma planta de grande diversidade quanto à coloração de caule, folhas e racemos, podendo possuir depósitos de cera sobre o caule e os pecíolos. Classificada como monoica, apresenta inflorescência do tipo panícula, denominada de racemo, com flores femininas na parte superior e masculinas na parte inferior, apresentando estames ramificados com anteras de cor amarela, sendo a polinização do tipo anemófila (BELTRÃO *et al.*, 2001).

É classificada quanto ao porte em: anã (altura inferior a 1,80 m); média (altura superior a 1,80m e inferior a 2,50m) e alta (altura superior a 2,50m e inferior a 5m), mas existem tipos arbóreos cuja altura atinge até 12 m (TÁVORA, 1982).

Os gregos denominavam a planta de *aporano* e de *croton*, e os latinos de *ricinus*. As palavras *aporano*, *croton* e *ricinus* significam em grego e em latim, respectivamente, carrapato, sendo atribuídas à espécie vegetal graças à semelhança da forma de suas sementes com a forma do animal, pertencentes ao grupo dos ácaros. Os relatos de Plínio datados do início do primeiro século da era cristã evidenciam os proveitos que, desde aquela época, eram tirados do vegetal. Sementes desta espécie foram encontradas em urnas funerárias de múmias notáveis, principalmente de sacerdotes egípcios. (RODRIGUES *et al.*, 2002).

Sua origem ainda é controversa, já que existem relatos de sua procedência tanto no continente africano como no asiático. No Brasil, entretanto, foi introduzida com a colonização portuguesa (BELTRÃO *et al.*, 2011). Ocorre espontaneamente e de forma asselvajada em várias regiões do país, chegando a ser confundida com uma planta nativa. A cultura é encontrada produzindo ou vegetando do Rio Grande do Sul até a Amazônia, em virtude da sua capacidade de adaptação. Trata-se de uma planta xerófila e heliófila, explorada comercialmente entre as latitudes 40° Norte e 40° Sul (AZEVEDO *et al.* 2001a).

O ciclo da mamona é anual e ocasionalmente bienal em regiões tropicais. As cultivares anuais apresenta ciclo médio de 150 dias e as precoces de 120 a 130 dias, sendo as cultivares precoce mais adaptadas para a colheita mecânica, pelo fato de apresentarem um ou poucos racemos, apresentando homogeneidade na maturação. Por outro lado, as cultivares de ciclo longo (180-210 dias) são mais adaptadas a regiões tropicais e apresentam maior tolerância a estresses bióticos e abióticos, portanto são bastante recomendadas para produtores que utilizam baixa tecnologia (AZEVEDO; LIMA, 2007).

Existe várias cultivares de mamoneira disponíveis para o plantio em nosso país, variando em porte, deiscência dos frutos, tipo dos racemos e outras características. Um fator que deve ser levado em consideração na colheita tardia é a questão da deiscência. A mamoneira possui cultivares com variado grau de deiscência: deiscentes, indeiscentes e semideiscentes. Os frutos deiscentes são aqueles que, ao atingirem a maturação fisiológica, abrem suas cápsulas e liberam suas sementes. A deiscência é uma característica vantajosa para as variedades selvagens. No entanto, essa característica é indesejável em plantios comerciais, porque inviabiliza a colheita das sementes, já que estas caem no chão (MILANI *et al.*, 2006).

A cultura da mamona representa uma grande opção para a agricultura familiar do semiárido do Nordeste brasileiro, trata-se de uma espécie bastante resistente à seca, evento que em oito de cada dez anos ocorre nesta região, e tem um bom mercado, podendo ser consorciada com outras culturas, em especial o feijão (BELTRÃO *et al.*, 2003).

Dentre as várias cultivares de mamoneira recomendadas para o plantio no estado do Ceará, destaca-se a cultivar “BRS Energia” que é uma variedade de porte baixo e ciclo precoce, em média de 120 dias, mostrando adaptação a diferentes ecossistemas em que ocorrem precipitações pluviais de pelo menos 550 mm, apresenta produtividade média de 1.800 kg ha⁻¹, porte de 1,40 m de altura, peso de 100 sementes variando de 50 a 55 g, tamanho médio do racemo de 80 cm, nos menores espaçamentos recomendados produz entre 2 e 3 racemos, enquanto nos maiores chega a 8 racemos. Apresenta teor de óleo nos grãos em torno de 48%, caule verde e com presença de ceras, sementes rajadas com as cores bege e marrom. Os cachos tem formato cônico, frutos imaturos verdes com cera, densidade de acúleos média, densidade de frutos média, acúleos verdes com cera, os frutos são indeiscentes (não se abrem) e é uma cultivar adaptada as condições do Nordeste Brasileiro (EMBRAPA, 2007).

Seu caule primário cresce verticalmente sem ramificação até o surgimento da primeira inflorescência, que recebe a denominação de racemo primário após a fecundação das

flores. A formação dos ramos laterais (ou secundários) ocorre nas gemas situadas no caule primário. Após crescerem, quatro a dez novos nós geralmente dão origem a novos racemos, chamados secundários. A partir dos ramos secundários podem surgir ramos terciários e, assim sucessivamente (BELTRÃO *et al.*, 2011).

Os frutos da mamona podem se apresentar liso ou rugoso, com presença ou não de espinhos. Segundo Távora (1982), os frutos são caracterizados por uma cápsula tricoca de coloração variando de verde ao roxo, sendo cada fruto constituído de três sementes, que apresenta em seu endosperma a ricina, uma proteína responsável pela toxidez da torta de mamona. As sementes podem variar de uma cultivar para outra, apresentando várias características como: cor, tamanho, peso, forma, presença de carúncula ou não e maior ou menor aderência do pigmento ao endosperma. (IBRAGEC, 2010). Suas sementes têm variabilidade de cor, forma, tamanho, peso e proporção do tegumento. O peso de 100 sementes varia entre 10 a 100g, com a média das cultivares anãs de 30g e nas cultivares de porte médio entre 45 a 75g (MAZZANI, 1983; EMBRAPA, 1999).

O sistema radicular da mamoneira tem capacidade de explorar as camadas mais profundas do solo, que normalmente não são atingidas por outras culturas anuais, como milho e feijão, promovendo o aumento da aeração e da capacidade de exploração da água no solo. O sistema radicular é pivotante e fistoloso podendo atingir até 3 metros de profundidade, se não houver impedimentos físicos; as raízes laterais são bem desenvolvidas e situam-se a poucos centímetros da superfície do solo (TÁVORA, 1982; CARVALHO, 2005). O ambiente tem grande influência no crescimento do sistema radicular. Em condições de pouca disponibilidade hídrica ela se desenvolve a grandes profundidades, com as raízes laterais explorando um grande volume de solo.

A mamona é uma cultura de clima tropical e por isso prefere locais de temperatura do ar variando entre 20 e 30°C, precipitações pluviais (chuvas) de pelo menos 500 mm, elevada insolação, e umidade relativa do ar durante a maior parte do seu ciclo baixa, menor do que 60%. Prefere solos de textura média, não muito argilosos, planos ou de relevo suave ondulado, sem riscos de encharcamento ou inundação. Não suporta solos muito salinos (prefere solos com condutividade elétrica abaixo de 3,0 dS m⁻¹) pouco fértil e arenoso (BELTRÃO *et al.*, 2003). Esta oleaginosa é adaptada às mais variadas condições ambientais, desenvolvendo-se bem em climas tropicais e subtropicais. Necessita de uma altitude de pelo menos 300 m, constituindo esse elemento a base do zoneamento agroecológico da mamoneira no Nordeste Brasileiro (BELTRÃO *et al.*, 2007).

Segundo Azevedo *et al.* (2001), toda a cultura em regime de sequeiro depende da quantidade e distribuição de chuvas, além da capacidade de armazenamento de água no solo. A ausência de água em qualquer fase de crescimento e desenvolvimento da planta pode comprometer o rendimento da lavoura. Na cultura da mamona a época mais crítica ao déficit hídrico, situa-se no período da floração, aproximadamente 70 a 90 dias após a emergência.

A resistência à seca característica da cultura se dá por diversos mecanismos, ainda pouco estudados, sobressaindo: ajustamento osmótico, sistema radicular com crescimento vigoroso, mudanças rápidas nos movimentos dos estômatos evitando perdas elevadas de água em momento de deficiência hídrica do solo, redução proporcional no crescimento mantendo a alometria entre os seus diversos órgãos, acúmulo de prolina e de outras substâncias capazes de hospedarem nitrogênio e ter poder osmótico, podendo baixar o potencial hídrico interno e assim manter ou alterar o fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera. (BELTRÃO *et al.*, 2004).

O Brasil já foi o maior produtor mundial de mamona no final dos anos de 1980, com uma produção de 500 mil toneladas de bagas. Porém durante a década de 90, a cultura foi marginalizada, devido, principalmente os baixos preços (ALVES *et al.*, 2004). A Índia, China e Brasil são nesta ordem os principais produtores mundiais de mamona, tanto em termos de área colhida como na quantidade produzida. Na safra de 2005 estes três países produziram 94% do total mundial, em uma área colhida equivalente a 91% de toda área cultivada com mamona no mundo (SANTOS; KOURI, 2006). O estado da Bahia com uma produção de 132.324 toneladas de grãos na safra de 2005 foi o maior produtor nacional respondendo por mais de 85% da produção interna. Na safra de 2005 o Ceará ocupou o segundo lugar em termos nacionais com uma produção de 9.765 toneladas de grãos (CARVALHO, 2005; IBGE, 2006).

A mamona é uma oleaginosa que vem ganhando destaque, por ser uma cultura promissora para o Nordeste, uma vez que esta contribui para o desenvolvimento social e econômico, e isso permite não somente o incentivo a agricultura familiar como também o desenvolvimento da qualidade de vida do semiárido, pois seu cultivo pode ser consorciado com outras culturas (AZEVEDO; LIMA, 2001b).

Atualmente essa planta vem ganhando destaque nos cenários nacional e internacional por causa do óleo que é extraído de suas sementes: único na natureza que é solúvel em álcool e que apresenta 90% de ácido graxo ricinoleico em sua composição química. Dessa forma, a mamona pode ser considerada uma fonte pura desse ácido graxo. Sua estrutura química apresenta uma versatilidade que favorece a inúmeras reações químicas

(BELTRÃO *et al.*, 2011). O óleo que é extraído de suas sementes serve de matéria prima para a fabricação de inúmeros produtos, tais como: batom para lábios, sabões, lubrificantes de motores, tintas, plásticos, fibras sintéticas antitóxicas e antialérgicas e produtos farmacêuticos. Na biomedicina, esse óleo entra na composição de próteses e de implantes e substitui o silicone, como ocorre em cirurgias ósseas, de mama e de próstata. Embora o mercado ricinoquímico garanta a demanda por esse óleo, sua expansão em larga escala deve-se ao campo energético dos biocombustíveis (BELTRÃO *et al.*, 2011).

No que se refere ao seu potencial para a produção de biodiesel, a mamona é considerada como excelente devido ao seu alto teor de óleo nos grãos, de 48% a 50% (CARNEIRO, 2003).

A torta é o principal subproduto da cadeia produtiva da mamona, produzida a partir da extração do óleo das sementes desta oleaginosa. Trata-se de produto com elevado teor de proteínas e para cada tonelada de semente de mamona processada, são gerados 530 kg de torta (SEVERINO *et al.*, 2005). A torta é um importante co-produto, a qual possui excelentes propriedades químicas para uso na agricultura, tem elevado teor de Nitrogênio e outros importantes nutrientes e seu principal uso é como adubo orgânico para as culturas de um modo geral (COSTA *et al.*, 2007).

A torta bruta originária do processo de extração de óleo dos grãos de mamona apresenta dois compostos tóxicos, a ricina e a ricinina e um composto alergogênico, CB-1A . Essa torta é um excelente complemento na ração animal, graças a seu elevado valor protéico, porém só deve ser fornecida após passar pelo processo de desintoxicação, que é feito por meio do cozimento industrial (CHIERICE; CLARO NETO, 2007).

O intervalo populacional ótimo está compreendido entre 5 mil e 10 mil plantas ha⁻¹. Nesse intervalo, o produtor poderá variar a população, no propósito de adquirir controle mais efetivo de plantas daninhas (AZEVEDO *et al.*, 2007a).

1.6- Sistemas de Cultivo

Os sistemas de cultivo representam a maneira como as plantas estão dispostas no campo, sejam estas agrupadas com plantas da mesma espécie e/ou de espécies diferentes, com diferentes arranjos espaciais.

Andrews e Kassam (1976) classificam os sistemas de plantio conforme o número de espécies envolvidas na exploração: O cultivo isolado ou monocultivo, no qual se caracteriza pelo cultivo de uma única espécie numa mesma área no mesmo ano agrícola; cultivo múltiplo, no qual é caracterizado pelo cultivo de mais de uma espécie em uma mesma área no mesmo ano agrícola. Além do mais o cultivo múltiplo é subdividido em cultivos sequenciais e consorciado. Os cultivos sequenciais consistem no plantio de duas ou mais espécies em sequência no mesmo campo e no mesmo ano, Plantando-se uma cultura após a colheita anterior. Nesse caso há intensificação na utilização dos fatores de produção no tempo. Esse tipo de cultivo pode ser duplo, triplo, quádruplo, quando duas, três ou quatro culturas são plantadas em sequência, respectivamente, durante um ano. Já os cultivos consorciados consistem na exploração simultânea de duas ou mais culturas na mesma área de plantio, ocorrendo intensificação no tempo e no espaço, ocorrendo competição entre as espécies diferentes durante todo ou parte do período de crescimento.

O cultivo múltiplo implica na associação de culturas numa progressiva escala que varia desde os cultivos sequenciais, passando por uma superposição parcial e culminando no outro extremo com a semeadura simultânea. A consorciação de culturas é considerada a forma mais intensiva de cultivo múltiplo, pois o crescimento das culturas ocorre simultaneamente na mesma área, durante todo o tempo ou parte dele (SOUZA, 2003).

1.7- Consórcio e Interação de Plantas

O sistema de consórcio consiste na associação de duas ou mais culturas, com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas exploradas concomitantemente na mesma área. Ressalte-se que as culturas não são necessariamente semeadas ou plantadas ao mesmo tempo, mas durante apreciável parte de seus períodos vegetativos, há uma simultaneidade, forçando uma interação entre elas (VIEIRA, 1998).

De acordo com Andrews e Kassam (1976), os cultivos consorciados são classificados segundo o arranjo de plantio e a época de semeadura em: cultivo misto, plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, sem organizá-las em fileiras distintas (a lanço); cultivos intercalares consistem no plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, com uma ou mais culturas plantadas em fileiras; cultivos de substituição, baseado no plantio de duas ou mais culturas na mesma área, de modo que uma é plantada depois que a cultura anterior alcance a fase reprodutiva de crescimento, mas ainda não tenha atingido o ponto de colheita; cultivos em faixas, baseado no plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, em faixas diferentes, suficientemente amplas para permitir o manejo independente de cada cultura, mas bastante restrita para possibilitar a interação entre elas.

A utilização de consórcio, aliado a diferentes arranjos espaciais, permitem acréscimo no rendimento das culturas, principalmente da agricultura de autoconsumo, pois, com o aumento da população de plantas por área, ocorre acréscimo no rendimento de grãos, até atingir um patamar ideal, que é pré-determinado pelo genótipo das culturas, bem como pelas condições edafoclimáticas (SANTOS, 2008).

Segundo Araujo *et al.* (2008), associações culturais que utilizam leguminosas são bastante recomendadas, pois estas plantas estabelecem uma relação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio no solo, beneficiando a planta consorciada que pode até mesmo dispensar a adubação nitrogenada. A diversificação da cultura, por meio do consórcio, assegura maior lucratividade, reduz riscos associados às sazonalidades, como também favorece equilíbrio químico do solo evitando gastos desnecessários com fertilização (NUNES, 2008).

O consórcio de plantas é uma prática agrícola muito usada em todas as regiões tropicais, onde o agricultor familiar utiliza o plantio simultâneo de diferentes culturas na mesma área, como estratégia para fugir da irregularidade climática muito frequente nessa região. Acredita-se que, ao cultivar espécies com diferença quanto ao ciclo, ao porte, com

sistema radicular distintos que explorem diferentes perfis de solo e com necessidades nutricionais específicas, em consórcio, o produtor poderá assegurar maior estabilidade de produção, melhor uso dos recursos naturais, melhor controle de pragas e doenças, além de aspectos como otimização do uso de mão-de-obra, controle de erosão, diversificação de matéria-prima para alimentação da família e do rebanho e melhor eficiência no uso da terra (ALTIERI; LIEBMAN, 1986; FRANCIS, 1986).

O consórcio de culturas, quando comparados aos monocultivos, destaca-se por vários fatores como: menor risco de insucesso em virtude das incertezas climáticas, por agruparem culturas de diferentes ciclos; confere maior proteção ao solo, através da redução do crescimento de ervas espontâneas em virtude da maior frequência dos tratos culturais; aumenta a produção por unidade de área em um determinado período de tempo; otimiza a utilização da mão de obra; melhora a distribuição temporal de renda e diversifica a produção, em virtude da maior variedade de alimentos. (SANTANA, 2009).

A eficiência e a vantagem de um sistema consorciado dependem fundamentalmente da complementaridade entre as culturas componentes. Vários fatores podem ter impacto significativo no rendimento e na taxa de crescimento das culturas componentes em consorciação, com destaque para a competição entre as culturas, o tipo de cultivar semeada, o arranjo espacial de plantio, entre outros (DIMA *et al.*, 2007).

Quando duas ou mais populações de diferentes culturas são plantadas juntas para formar um agroecossistema consorciado, e o rendimento resultante das populações combinadas é maior do que aquele das culturas solteiras é muito provável que estes aumentos sejam resultado da complementaridade das características de nicho das populações em questão (GLIESSMAN, 2000).

Existem diversos critérios para avaliar o rendimento do consórcio em relação ao monocultivo, na qual envolve tanto aspectos econômicos quanto biológicos de utilização da terra. A avaliação dos agroecossistemas consorciados é feita por indicadores, como: Coeficiente de Adensamento Relativo (CRA), Índice de Competição e Agressividade (ICA), Uso Eficiente da Terra (UET), Vantagem Monetária e Renda Líquida (ANDREWS; KASSAM, 1976; WILLEY, 1979). Os aspectos econômicos variam muito de determinada época do ano, devido a sazonalidade das culturas e de região para região. O Uso Eficiente da Terra (UET) é o índice mais aceito para descrever o comportamento das plantas nesse sistema, sendo definido como a área relativa sob monocultivo da qual se espera produzir, rendimentos equivalentes ao cultivo consorciado e é expresso pela seguinte fórmula:

$$UET = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} = UET_a + UET_b$$

Sendo:

UET = Uso eficiente da terra;

Y_{ab} = Rendimento da cultura (a) em consórcio com a cultura (b), em kg ha⁻¹;

Y_{aa} = Rendimento da cultura (a) em monocultivo, em kg ha⁻¹;

Y_{ba} = Rendimento da cultura (b) em consórcio com a cultura (a), em kg ha⁻¹ e,

Y_{bb} = Rendimento da cultura (b) em monocultivo, em kg ha⁻¹.

UET_a e UET_b = Uso Eficiente de Terra parcial da espécie 'a' e da espécie 'b'.

Se UET > 1, então ocorre vantagem produtiva do consórcio, se UET = 1 não ocorre vantagem produtiva e se UET < 1, então ocorre desvantagem produtiva em relação ao monocultivo.

UET é um número adimensional e os valores parciais para cada cultura expressam a produtividade relativa de cada cultura, resultando em um grau de dominação ou não na associação. O valor do UET igual a uma unidade demonstra que houve uma resposta neutra do consórcio em relação ao monocultivo. Valores de UET acima da unidade representam vantagem do consórcio sobre a cultura solteira, na mesma área (BANTILAN; HARWOOD, 1973). Várias pesquisas conduzidas refletem maior eficiência produtiva do consórcio sobre o monocultivo (CORRÊA *et al.*, 2006; AZEVEDO *et al.*, 2007b; TÁVORA *et al.*, 2007; TEIXEIRA *et al.*, 2012). Estes autores consorciaram mamona com culturas alimentícias, variando tanto arranjo populacional, como épocas de plantio e detectaram Uso Eficiente da Terra acima da unidade.

Para Beltrão *et al.* (2006), um inconvenientes do sistema de plantio consorciado, é que ele impede a utilização, em maior grau, de técnicas agrícolas mais eficientes e capazes de conduzir a altos rendimentos culturais. À medida que o nível tecnológico da agricultura evolui, as culturas consorciadas tornam-se crescentemente mais difíceis de ser manejadas, normalmente quando a mecanização é introduzida.

Em um cultivo consorciado, as espécies normalmente diferem em altura e em distribuição das folhas no espaço, entre outras características morfológicas (FLESCH, 2002), que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes. A divisão da

radiação solar incidente sobre as plantas, em um sistema consorciado, será determinada pela altura e formato das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção.

As plantas podem competir entre si (intraespecífica) e com outras plantas (interespecíficas) pelos recursos do meio (luz, água, nutrientes, CO₂, etc.). A duração do tempo da competição determina prejuízos no crescimento, no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas. Uma redução considerável no crescimento das plantas, tanto em combinações intra como interespecíficas, é resultante da competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo local em um determinado período de tempo. Raventós e Silva (1995) argumentaram que essa redução, ocasionada por plantas vizinhas, poderia ser devido à competição por água durante a estação seca e por luz durante a estação úmida, sendo que a natureza complexa da competição entre plantas tem sido amplamente ignorada, sendo investigada apenas na forma de estudos experimentais e em condições controladas. No entanto, a competição interespecífica por ambientes favoráveis ao estabelecimento das plantas, ao longo do tempo evolutivo, pode estar gerando adaptações nas estratégias de regeneração das espécies.

De acordo com Park *et al.* (2001), existem dois fatores que influenciam o resultado da competição: I) exibição da plasticidade fenotípica que pode ser usada por uma planta em ambiente competitivo; II) potencial de habilidade competitiva (inclui tamanho da semente, tamanho da muda, tempo de aparecimento e tamanho da planta). Todas estas características, de uma maneira ou de outra, influenciam ou refletem a habilidade de uma planta individual para captar recursos.

1.8- REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.; LIEBMAN, M. Insect, weed and plant disease management in multiple cropping system. In: FRANCIS, C.A. **Multiple cropping system**. New York: Mcmillan, 1986. p. 183- 218.
- ALVES, H. C. R.; AMARAL, R. F. do. **Informe Rural Etene**. Banco do Nordeste. Fortaleza, CE, 2011, ano V, n.16, 9p. Disponível em:
http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/ire_ano5_n16.pdf. Acesso em 26/10/2012.
- ALVES, M. O.; SOBRINO, J. S.; CARVALHO, J. M. M. de. **Possibilidade da Mamona como fonte de matéria prima para a produção de biodiesel no Nordeste Brasileiro**. Banco do Nordeste do Brasil- Documento do Etene. 42p. Fortaleza, 2004.
- ANDREWS, D. J.; KASSAM, A. M. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: STELLY, M. **Multiple cropping**. American Society of Agronomy, p.1-10, 1976.
- ARAÚJO, A. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; MORAIS, M. dos S.; ARAÚJO, J.de L. O.; CUNHA, J. L. X. L.; PAIXÃO, S. L. Indicadores agroeconômicos na avaliação do consórcio algodão herbáceo + amendoim. **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v.32, n.5, p.1467-1472, 2008.
- ARAÚJO, J. P. P. de; RIOS, G. P.; WATT, E. E.; NEVES, B. P. das; FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P. de; GUIMARÃES, C. M.; SILVEIRA FILHO, A. **Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.: Descrição e recomendações técnicas de cultivo**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1984. 82 p. (Embrapa-CNPAP. Circular Técnico, 18).
- AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. Manejo Cultural. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPAT. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2001b.p 37-61.
- AZEVEDO, D. M .P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informacao Tecnologica, 2007. 380 p.
- AZEVEDO, D.M.P. de ; BELTRÃO, N.E. de M.; SANTOS, J.W. dos; LIMA, E. E, BATISTA, F.A.S , NÓBREGA, L.B da., PEREIRA, J.R. Efeito de população de plantas no uso de eficiência da terra dos consórcios mamoneira/milho e mamoneira/caupi. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v. 5, n. 2, p.331-343, 2001a.
- AZEVEDO, D.M.P. de ; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D. Controle de Plantas Daninhas. In: AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N.E. de M. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPAT. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2007a. cap.14,p 333-359.
- AZEVEDO, D.M.P. de ; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J.W. dos; LEÃO, A. B. ARRANJOS DE FILEIRAS NO CONSÓRCIO MAMONEIRA COM MILHO NO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v. 11, n. 2, p.97-105, 2007b.

AZEVEDO, D.M.P. de ; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J.W. dos; LEÃO, A. B. RENDIMENTO E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO CONSÓRCIO DA MAMONEIRA COM CEREAIS E FEIJÃO CAUPI NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v. 11, n. 3, p.145-162, 2007c.

BANTILAN, R. T. & HARWOOD, R. R. The influence of intercropping field corn (*Zea mays*, L) with mungbean (*Phaseolus aureus*) or cowpea (*Vigna sinensis*, (L) Savi) on the control of weeds. In: Annual Science. Meeting Crop. Sic. Soc. Phillipinnes, 4.Cebu City, **Paper...**Cebu City, 1973 (Mimeografado)

BARBOSA, T. G. **Cultivares de milho a diferentes populações de plantas e épocas de semeadura em Vitória da Conquista –BA, 2011**. 61p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2011.

BARRACLOUGH, G. **Atlas da história do mundo da folha de São Paulo/Times**. 4. ed. ver. São Paulo: Folha da manhã, 1995. P.154-157.

BELTRÃO, N. E. de M. et al. Fisiologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. O **Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande, PB. EMBRAPA CNPAT. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, 2001. P 37- 67.

BELTRÃO, N. E. de M.; LUCENA, A. M. A. de; BRITO, G. G.; OLIVEIRA, M. I. P de; ALBUQUERQUE, F. A. de. Ecofisiologia da Mamoneira (*Ricinus communis* L.). In: _____. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. 1. ed. Brasília, DF. 2011. Cap. 5, p. 195-256.

BELTRÃO, N. E. de M.; MELO, F. de B.; CARDOSO, G. B.; SEVERINO, L. S.; **Mamona: Árvore do Conhecimento e Sistemas de Produção para o Semi-Árido Brasileiro**. Circular Técnico, n. 70, Campina Grande, PB, p. 1-19, 2003.

BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. V.; ARAÚJO FILHO, J. O. T. de; COSTA, S. G. **Consórcio mamona + amendoim: Opção para a Agricultura Familiar**. Campina Grande. EMBRAPA-CNPA, 2006. 10p. (Embrapa Algodão. Circular Técnico, 104).

BELTRÃO, N. E. de M.; GODIM, T. M. de S.; PEREIRA, J. R.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. Produtividade primária, coeficiente de migração e escore de produtividade da mamoneira cultivada em região de sequeiro no Nordeste Brasileiro. I Congresso Brasileiro de Mamona.1., Campina Grande, 2004. **Anais...** Campina Grande, 2004. I n cd ROM.

BELTRÃO, N.E. de M.; AZEVEDO, D.M.P. de ; LIMA, R. de L. S de; QUEIROZ, W. N. de; QUEIROZ, W. C. de. Ecofisiologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N.E. de M. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPAT. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2007a. cap.2, p 43-72.

BELTRÃO, N.E. de M.; LIMA, R. de L. S. de. Aplicação do Óleo de Mamona como Fonte de Energia: Biodiesel In: AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N.E. de M. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPAT. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2007a. cap.17, p 395-416.

BEVILAQUA, G. A. P.; GALHO, A. M.; ANTUNES, I. F.; MARQUES, R. L. L.; MAIA, M. de S. **Manejo de sistemas de produção de sementes e forragem de feijão-miúdo para a**

agricultura familiar. Pelotas, RS: Embrapa-CPACT, 2007. 24p. (Embrapa-CPACT, Documentos, 204).

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A.; VIDAL NETO, F. C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.104-108, 2007.

CARDOSO, J. C.; MELO, F. de B.; LIMA, M. G. de. Ecofisiologia e Manejo de Plantio. In: _____. **FEIJÃO-CAUPI Avanços tecnológicos**. 1. ed. Brasília, DF. 2005. Cap. 5, p. 213-228.

CARNEIRO, R. A. F. A produção do biodiesel na Bahia. **Revista Conjuntura e planejamento**. Salvador, SEI. n.112, p.35-43. 2003.

CARTAXO, W. V.; VALLE, D. G.; SILVA, J. G. A. da; FERREIRA DA SILVA, O. R. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, J. M. C. de. Unidades de Teste e Demonstração Estratégia para adoção de tecnologia coletiva para o cultivo da mamona na agricultura familiar. In: AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N.E. de M. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPAT. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2007. cap.21,p 491-506.

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

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação Industrial do Óleo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N.E. de M. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPAT. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2007 cap.18,p 417-447.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos, sexto levantamento, safra 2011/2012, março/2012**. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 26p. 2012a.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, Fortaleza, CE, Conjuntura Mensal. **Produção de milho no Ceará**, 03 de abril de 2012. P. 1-3. 2012b. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_03_10_47_52_milho_em_gaos_-_safra_2012_-_ceara.pdf. Acessado em 30/10/2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2011** / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2011.

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

COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, V. L. A.; LUCENA, A. M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Resposta ao efeito da compactação do solo adubado com torta de mamona nos macronutrientes das folhas da mamoneira. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília,DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 1 CD-ROM.

DIMA, K. V.; LITHOURGIDIS, A. S.; VASILAKOGLU, I. B.; DORDAS, C. A. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratios. **Field Crops Research**. Amsterdam, V. 100, p. 249-256, 2007.

EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Field Crops Research**. Amsterdam, v. 53, n. 1-2, p.187-204, 1997.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico do Semiárido (Petrolina, PE) **Relatório técnico anual: 1979-1990**. Petrolina, 1993. 175p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas do Algodão (CNPA), Campina Grande, PB. BRS 188 (Paraguaçu), Campina Grande, 1999. Folder.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **EMBRAPA** 2007.
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/276109> - Acesso: 15/08/2012 às 10:25.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA MILHO E SORGO. **Cultivo do Milho**, 2008. Sistemas de Produção, 2. Set./2008. Disponível Em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/manejomilho.htm.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA/CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO - CNPA. **Pesquisa com mamona pode viabilizar biodiesel brasileiro**, 2004. Disponível em: <www.cnpa.embrapa.br/jornal/mamonaPDU.htm>. Acesso em: 12 set. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido, Petrolina-PE. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido. 1977-1978**. Brasília, EMBRAPA-DID, 1979.

FAO. **FAOSTAT**. Crops. Cow peas, dry. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em 24 de outubro de 2012.

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

FRANCIS, C. Introduction: distribution and importance of multiple cropping. In: FRANCIS, C. **Multiple cropping systems**. New York: Macmillan, 1986. p. 1- 19.

FREIRE FILHO, F. R.; Origem, evolução e domesticação do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp.) in: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Goiânia: Embrapa-CNPAP; ibadan: IITA, 1988. P. 25-46.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; BANDEIRA, L.M.R., org. **Cultivares de feijão caupi recomendadas para o plantio nas regiões Norte e Nordeste: ano agrícola 1996/97**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1997. 26p. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 22).

FREIRE FILHO, R. F. F.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. dos. Melhoramento Genético. In: _____. **FEIJÃO-CAUPI Avanços tecnológicos**. 1. ed. Brasília, DF. 2005. Cap. 1, p. 29-92.

FREITAS, M. A. V. **O Estado das Águas no Brasil. Perspectivas de Gestão e Informação de Recursos Hídricos**. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Sindicato Nacional dos Editores de Livros. Rio de Janeiro, 334p. 1999.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653p.

GRANDO, G. Políticas públicas do Programa Nacional do Biodiesel. In: O BIODIESEL E A INCLUSÃO SOCIAL. Brasília: Câmara dos Deputados, **Videoconferência**. 2003.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004, 200p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006. Censo Agropecuário da Agricultura Familiar – Resultados Preliminares. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 21/09/2012.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria>. Acesso em: 24 out. 2012.

IBRAGEC- INSTITUTO BRASIL DE ESTUDOS, PESQUISAS E GESTÃO ESTRATÉGICA DE COMPETÊNCIAS. **CULTIVO DA MAMONA: Recomendações técnicas para a agricultura familiar**. P. 1-34.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS/UFV/DPS, 1996. p.95-133.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, p.59-67, 2005.

KOURI, J; SANTOS, R. F. dos. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...Campina Grande**: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

MALTCHIK, L. Transposição ou política regional de águas? **Jornal da Paraíba**, João Pessoa, 23 de mar. de 1997. Milenium.

MAPA-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-2012. Cultura do Milho. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>. Acesso em 27/10/2012.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M. **Cultivo do milho adensado: Alternativa para maximizar o rendimento de grãos**. Planaltina, DF. EMBRAPA CERRADOS, 2007, 35p. (Documentos 189). 1 ed. 2007.

MATOS, E. H. da S. F. **DOSSIÊ TÉCNICO. Cultivo do Milho Verde.**, Brasília, p. 24. 2007. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTkw>.

MAZZANI, B. Euforbiáceas Taitago. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. P. 277-360. 1983.

MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do Solo e Adubação. In: _____. **FEIJÃO-CAUPI Avanços tecnológicos**. 1. ed. Brasília, DF. 2005. Cap. 6, p. 229-242.

MILANI, M.; NÓBREGA, M. B. de M.; AMARAL, J. G.; ZANOTTO, M.D.; CARVALHO, J. M. F. C.; VIDAL, M. S.; LUCENA, W. A. Melhoramento, cultivares e biotecnologia. In: SEVERINO, L. S.; MILLANI, M.; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **Mamona: o produtor pergunta e a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2006. p. 153-169. (coleção 500 perguntas e 500 respostas).

Ministério de Minas e Energia. **Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/pnpb.html>. Acesso em 15/01/2013.

NG, N. Q.; MARÉCHAL, R. Cowpea taxonomy, origin germplasm. In _____. SINCH, S. R.; RACHIE, K. O. (ed.). **Cowpea research, production and utilization**. Chichester: John Wiley, 1985. p.11-21.

NOY-MEIR, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. Annual Reviews Ecology OLIVEIRA, E. R. Alternativas de alimentação para a pecuária no Semiárido nordestino. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. **Anais...** Natal: SNPA/UFRGN/EMPARN, 1998. p.127-148.

NUNES, M. das G. P. e S.; Avaliação da relação custo/volume/lucro no cultivo da mamona destinada à fabricação do biodiesel no agreste nordestino. **Revista Custos e @gronegócios online**, Recife, v. 4, n. 2, p. 30- 52, 2008.

OLIVEIRA, I. P. de; CARVALHO, A. M. de. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo nos trópicos úmido e semiárido do Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P.de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa-CNPAP; idaban; ITA, 1988. p 65-96.

PADULOSI, S.; NG, N. Q.; Origin taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L) Walp. In: _____. SINGH, B. B.; MOHAN, R.; DASHIELL, K. E.; JACKAI, L. E. N. (ed.). **Advances in Cowpea Research**. Tsukuba: IITA: JIRCAS, 1997. p.1-12.

PAIVA, J. B.; TEÓFILO, E. M.; SANTOS, J. H. R. dos; LIMA, J. A. de A.; GONÇALVES, M. de F. B.; SILVEIRAS, L. de F. S. "SETENTÃO" UMA NOVA CULTIVAR DE FEIJÃO-DE-CORDA PARA O ESTADO DO CEARÁ. **Acta Botânica Brasilica**. Feira de Santana/BA, v.4, n.2, p. 165-169, 1990.

PARENTE, E. J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. p.11, Fortaleza, 2003. Disponível em <http://www.xitizap.com/Livro-Biodiesel.pdf>. Acessado em 20/09/2012.

PARK, S.A.; BENJAMIN, R.L.; WATKINSON, A.R. The Theory and Application of Plant Competition Models: an Agronomic Perspective. **Ecology**, Oxford, v. 82, n. 9, p. 2525 -2535, 2001.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, [s.n.], 1999. p. 429-485.

PINHO, de J. L. N.; TÁVORA, F. J. A. F.; GONÇALVES, J. A. Aspectos Fisiológicos. In: _____. **FEIJÃO-CAUPI Avanços tecnológicos**. 1. ed. Brasília, DF. 2005. Cap. 4, p. 191-210.

QUIN, F. M. Introduction. In: SINGH, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIELL, K. E. (Ed.) **Advances in cowpea research**. Japan: IITA/JIRCAS, 1997. P. 9-15.

RAVENTÓS, J.; SILVA, J.F. Competition effects and responses to variable t numbers of neighbours in two tropical savanna grasses in Venezuela. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.11, n.1, p.39-52, 1995.

REBOUÇAS, A. Potencialidade de água subterrânea no semiárido brasileiro. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 9., 1999. **Anais...** Petrolina, 1999.

RODRIGUES, R. F. de; OLIVEIRA, F. de; FONSECA, A. M. As folhas de palma Christi – *Ricinus communis* L. Euphorbiaceae Jussieu. **Revista Lecta**, Bragança Paulista, v. 20, n. 2, p. 183-194, 2002.

SANTANA, E. de O. **Rendimento do consórcio milho x feijão em função de arranjos espaciais e adubação mineral**. 2009. 58p. (Dissertação de Mestrado)- Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 2009.

SANTOS, J. P. V dos. **Produtividade do milho pipoca e do feijão carioquinha consorciados sob adubação orgânica e mineral em diferentes espaçamentos**. 2008. 54p. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

SANTOS, R. F. dos; KOURI, J. Panorama mundial do agronegócio da mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; SANTOS, J. W. **Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 14p. (Boletim de pesquisa, 56).

SOUZA, M. L. de O. **Efeito do consórcio do feijão-de-corda com milho e sorgo granífero no rendimento, Uso Eficiente da Terra e Ocorrência de Pragas**. Universidade Federal do Ceará-UFC, 2003. 90p. Dissertação de Mestrado.

STEELE, W. M.; MEHRA, K. L. Structure, evolution and adaptation to farming system and environment in *Vigna*. In: _____. SUMMERFIELD, D. R.; BUNTING, A. H. (ed.). **Advances in legumes science**. ENGLAND: Royal Botanic Gardens, 1980. P. 459-468.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. 4^a. ed. Porto Alegre: Artimed, 2009. 235 p.

TÁVORA, F. J. A F. **A cultura da mamona**. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará. EPACE. Fortaleza, 111p. 1982.

TÁVORA, J. A. F. T.; SILVA, C. S. A. da; BLEICHER, E.; Sistemas de consórcio do milho, sorgo e feijão caupi em séries de substituição. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, RS, v.13, n.3, p.311-317, 2007.

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

VIEIRA, C. **Cultivos consorciados**. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (eds.). Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1998. p. 523-558.

WILLEY, R. W. Intercropping - its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantage. **Field Crop Abstracts**, Begumpet, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.

Capítulo II

Características produtivas e UET de mamona e feijão caupi em plantios consorciados com diferentes arranjos populacionais

Resumo:

O consórcio consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área. O trabalho teve como objetivo avaliar o plantio consorciado da mamona com o feijão caupi em diferentes arranjos populacionais e em monocultivo na região semiárida do sertão central cearense, visando encontrar o melhor arranjo para o consórcio. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lavoura Seca, pertencente à Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Quixadá, CE entre os meses de abril a agosto de 2011. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de monocultivo de mamona e caupi, usando 10.000 e 40.000 plantas ha^{-1} respectivamente e dos demais consórcios: (mamona 10.000 + 40.000 caupi); (mamona 5.000 + 40.000 caupi); (mamona 10.000 + 20.000 caupi); (mamona 5.000 + 20.000 caupi) plantas ha^{-1} . Nos tratamentos consorciados, o feijão foi plantado entre duas fileiras de mamona e as populações desejadas tanto para o feijão caupi, como para a mamona foram obtidas através da variação do número de plantas dentro da fileira. A maior produtividade de grãos de mamona foi obtida usando-se 10.000 plantas ha^{-1} de mamona tanto consorciada como em monocultivo, independente da população de feijão caupi. Quanto ao feijão caupi, as maiores produtividades de grãos foram obtidas no monocultivo, e no consórcio entre plantas de feijão e mamona, nos arranjos de (40.000 e 5.000 plantas ha^{-1} e de 20.000 e 5.000 plantas ha^{-1} , respectivamente). Todos os consórcios da mamona com o feijão caupi apresentaram rendimento de feijão caupi superior a 50% do que foi produzido no monocultivo e todos os consórcios foram eficientes no uso da terra.

Palavras-Chave: *Ricinus communis* L. Arranjo de plantio. *Vigna unguiculata* L.

Productive characteristics and UET castor bean and cowpea planting in intercropping with different arrangements population

Abstract:

The consortium consists of the simultaneous cultivation of two or more crops in the same area. The work aimed to evaluate the planting of castor bean intercropped with cowpea in different arrangements populational and monoculture in the semiarid region of the central interior of Ceará, in order to find the best arrangement for the consortium. The experiment was conducted at the Experimental Farm Lavoura Seca, owned by to the Federal University of Ceará, located in the municipality of Quixadá, CE between the months of April to August 2011. The experiment was arranged randomized blocks with six treatments and four replications. Treatments consisted of castor bean and cowpea monoculture, using 10,000 and 40,000 plants ha⁻¹ respectively and other consortia: (castor bean 10,000 + 40,000 cowpea); (castor bean 5,000 + 40,000 cowpea); (castor bean 10,000 + 20,000 cowpea); (castor bean 5,000 + 20,000 cowpea) plants ha⁻¹. In intercropping treatments, the beans were planted between two rows of castor bean and desired populations for both cowpeas, such as for the castor bean were obtained through the variation of number of plants within the row. The highest grain yield of castor bean was obtained using 10,000 plants ha⁻¹ castor bean both such as monoculture and intercropped, independent of the population of cowpea. As to cowpea, the highest grain yields were obtained in monoculture, and intercropping castor bean and bean, in arrangements (40,000 and 5,000 plants ha⁻¹ and 20,000 and 5,000 plants ha⁻¹, respectively). All consortia of castor bean with cowpea have yields submitted more than 50%; condition satisfied with any population tested and all consortia were efficient in land use.

Keywords: *Ricinus communis* L. Arrangement planting. *Vigna unguiculata* L.

2.1-INTRODUÇÃO

O consórcio de plantas é uma prática agrícola consagrada em toda a região tropical por pequenos produtores. Consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, como estratégia para reduzir o risco do seu negócio diante da irregularidade climática muito frequente nas regiões semiáridas. Esse sistema de plantio assegura ao produtor maior estabilidade de produção, melhor uso dos recursos naturais, melhor controle de pragas e doenças, além de aspectos como otimização do uso de mão-de-obra, controle de erosão, diversificação de matéria-prima para alimentação da família e do rebanho. (NORMAN, 1974).

Muito embora a associação de culturas seja uma prática generalizada em todo o nordeste brasileiro, os produtores muitas vezes ainda utilizam arranjos e populações inadequados, onde as condições oferecidas não são favoráveis para que as culturas expressem o seu máximo potencial, por este motivo, o uso eficiente da terra muitas vezes torna-se inadequado.

De acordo com Park *et al.*(2001), existem dois fatores que influenciam o resultado da competição: I) exibição da plasticidade fenotípica que pode ser usada por uma planta em ambiente competitivo; II) potencial de habilidade competitiva (inclui tamanho da semente, tamanho da muda, tempo de aparecimento e tamanho da planta). Todas estas características, de uma maneira ou de outra, influenciam ou refletem a habilidade de uma planta individual para captar recursos.

A origem da mamoneira (*Ricinus communis* L.) ainda é controversa, já que existem relatos de sua procedência tanto no continente africano como no asiático. No Brasil, entretanto, foi introduzida com a colonização portuguesa (BELTRÃO *et al.*, 2011). Possui fácil propagação e adaptação a diferentes condições climáticas, englobando um vasto número de espécies nativas da região tropical. Seu óleo ou rícino, extraído pela prensagem das sementes, contém 90% de ácido graxo ricinoléico, de ampla utilização industrial, tornando a mamoneira de importante potencial econômico e estratégico para o país (AMORIM NETO *et al.*, 2001).

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L). Walp), por ser fixador do N₂ atmosférico, contribui com parte do nitrogênio para as plantas, possui hábito de crescimento pouco agressivo e ciclo curto, características desejáveis para uma cultura consorciada com a mamoneira. Constitui uma das principais fontes de proteína vegetal, em média de 23 a 25%,

apresentando todos os aminoácidos essenciais, carboidratos, vitaminas e minerais, não contendo colesterol e possuindo ainda grande quantidade de fibras dietéticas e baixa quantidade de gordura, notadamente para as populações de menor poder aquisitivo (GRANJEIRO *et al.*, 2005).

Com o lançamento do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), em 2004, o governo brasileiro, almejando maior inclusão social do homem do campo e, concomitantemente, produzir matéria prima para a produção de biodiesel, induziu mudanças de paradigmas da agricultura familiar, incentivando o cultivo de oleaginosas como a mamona (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

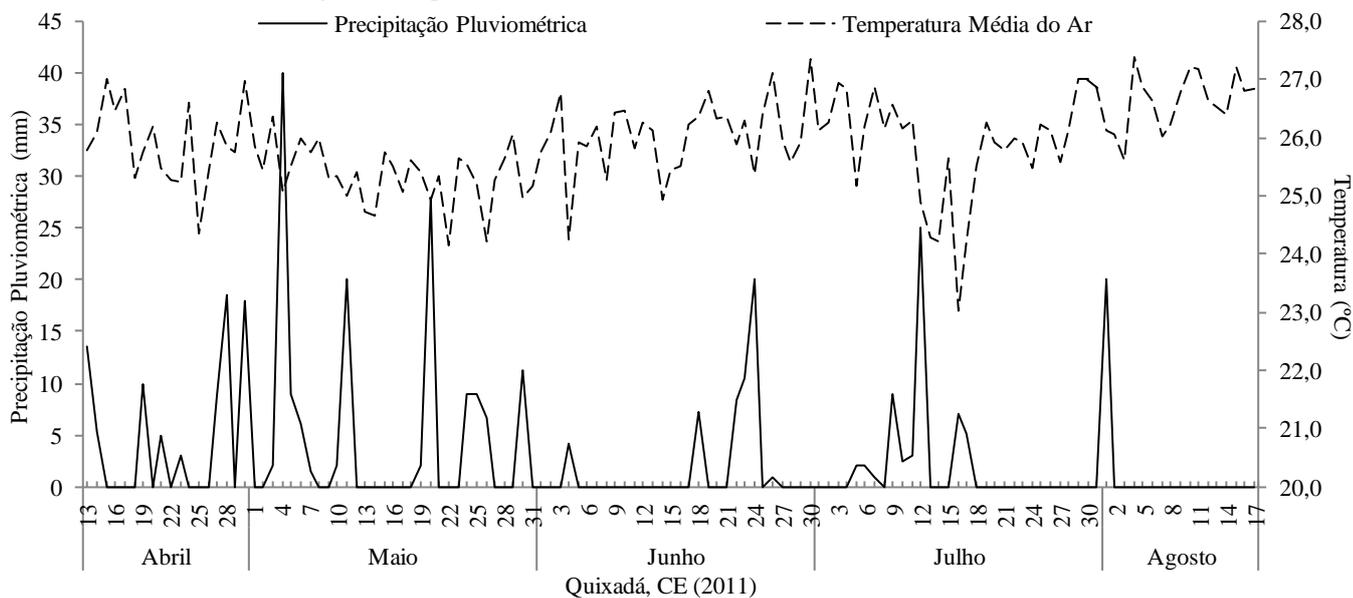
A expansão do cultivo da mamona possui um gargalo, pois os produtos gerados não podem ser utilizados na alimentação. Por isso, a relevância de estudos que aliem o cultivo da mamona com culturas alimentícias, garantindo segurança alimentar e melhoria na renda do pequeno produtor. Por isso, vêm se percebendo os incrementos nos estudos envolvendo o consórcio de plantas de mamona com culturas alimentícias (AZEVEDO *et al.*, 2001a; AZEVEDO *et al.*, 2007; TEIXEIRA *et al.*, 2011; TEIXEIRA *et al.* 2012). Todos esses autores verificaram bons níveis de produtividade nos consórcios e Uso Eficiente da Terra (UET) superior a Unidade, sendo que esse índice quase sempre estar associado ao aumento da população da mamona no consórcio.

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de investigar as características produtivas e UET de mamona e feijão caupi em monocultivo e consorciado em diferentes arranjos de plantio sob regime de sequeiro.

2.2-MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental Lavoura Seca pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC) localizada no município de Quixadá, CE, situada a 4° 59'S de latitude Sul, 39° 01'W de longitude de Greenwich e 190 m de altitude. O clima da região, conforme Köppen, é do tipo BSw'h', ou seja, clima quente e semiárido com temperatura do ar variando de 24 a 28°C e precipitação pluviométrica entre 500 a 1000 mm (BRASIL, 1973). Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar na área do experimento durante a condução dos cultivos foram obtidos de uma estação meteorológica pertencente à Universidade Federal do Ceará, instalada na área experimental. Durante o período de condução do experimento (abril a agosto de 2011) choveu 484,7 mm na área e pode ser observados na Figura 1.

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



Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMRAPA, 2006). A análise química do solo da área experimental foi realizada mediante a coleta de amostra de solo aleatoriamente numa profundidade de 0 a 20 cm, sendo essas amostras enviadas para análise no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, apresentando as características presentes na Tabela 1.

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

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

Fonte: Laboratório de Química do Solo, Departamento de Ciências do Solo/CCA/Universidade Federal do Ceará.

Os tratamentos foram arranjados num delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, sendo que as parcelas possuíam dimensões de 8 m de comprimento e 4 m de largura. O espaçamento entre as fileiras de feijão e entre as fileiras de mamona em seus respectivos monocultivos foram de 1 m, e a distancia entre as fileiras do consórcio (entre uma fileira de mamona e uma fileira de feijão caupi) foi de 0,5 m, sendo fileiras simples alternadas, com suas respectivas populações obtidas através da variação do número de plantas dentro da fileira. A área útil da parcela foi constituída pelas duas linhas centrais em monocultivo e quatro linhas centrais (2 fileiras de mamona e 2 de feijão caupi) em consórcio, desprezando-se as plantas das extremidades.

Os tratamentos foram definidos conforme a participação de plantas de mamona cv. BRS Energia e feijão caupi cv. Setentão na área cultivada, considerando duas densidades populacionais para cada cultura nos diferentes arranjos (Tabela 2).

Tabela 2. Populações de plantas no consórcio mamona e feijão caupi.

Tratamentos	Densidade populacional (plantas ha ⁻¹)	
	Feijão caupi (A)	Mamona (B)
F40	40.000	-
F40:Ma10	40.000	10.000
F40:Ma5	40.000	5.000
F20:Ma5	20.000	5.000
F20:Ma10	20.000	10.000
Ma10	-	10.000

Fonte: Próprio autor.

No plantio colocou-se 4 ou 5 sementes por cova para o feijão caupi e 3 sementes por cova para a mamona, fazendo o ajuste das populações com o desbaste das plântulas aos 10 dias após o plantio. O preparo do solo constou de duas gradagens, realizadas uma semana antes do plantio. A adubação foi realizada conforme as recomendações da análise de fertilidade do solo, tendo como base a cultura da mamona. Os fertilizantes usados foram uréia,

superfosfato simples e cloreto de potássio, na formulação 60:70:60 respectivamente de N:P₂O₅:K₂O. Na adubação de fundação utilizou-se todo o fósforo e potássio recomendado e apenas um terço da dose de nitrogênio recomendada, já a adubação de cobertura foi realizada aos 25 dias após a emergência das plântulas de mamona, utilizando dois terços da dose de nitrogênio recomendada. Não foi necessária a realização da calagem, uma vez que a adubação foi feita conforme as recomendações para a cultura da mamona e esta cultura produz em solos com faixa de pH variando de 5,5 a 6,8 (DRUMOND, 2008) e a análise de fertilidade do solo detectou pH 5,6. Para o controle das plantas daninhas foram realizadas duas capinas a enxada. A colheita de feijão caupi foi realizada 45 dias antes da colheita da mamona, por causa da diferença de ciclo de ambas as culturas.

As características analisadas para a cultura da mamona foram: altura de planta e altura de inserção do primeiro racemo, obtidas no momento da colheita de quatro plantas da área útil escolhidas aleatoriamente e medidas com uma trena milimetrada; massa de 100 grãos, usando uma balança analítica de precisão de 0,0001g; produtividade de bagas e de grãos, quantificando a massa de bagas e/ou de grãos da área útil e posteriormente convertendo para hectare; relação peso grão - peso baga, dividindo-se a massa dos grãos pela a massa das bagas; teor de óleo no grão, determinado pelo método de Soxhlet, utilizando o extrator de gordura da Tecnal modelo TE-044-8/50, usando o hexano como solvente e; produtividade em óleo, obtido pelo produto entre a produtividade em grãos, o teor de óleo no grão e a densidade do óleo, considerada a densidade de 0,951 g ml⁻¹ (BRANDÃO *et al.*, 2009).

Para a cultura do feijão caupi avaliou-se: número de vagens por planta; grãos por vagem; comprimento de vagem; produtividade em vagem e produtividade em grãos, quantificando a massa de vagens e/ou grãos da área útil e posteriormente convertendo para hectare; massa de 100 grãos, usando uma balança analítica de precisão de 0,0001g. Todas as variáveis foram analisadas entre os meses de agosto a novembro de 2011.

Para analisar o efeito combinado do consórcio versus o monocultivo utilizou-se o UET (Uso Eficiente da Terra), índice proposto por Willey (1979) e calculado de acordo com a fórmula a seguir.

$$UET = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} = UET_a + UET_b$$

Sendo:

UET = Uso eficiente da terra;

Y_{ab} = Rendimento da cultura (a) em consórcio com a cultura (b), em kg ha^{-1} ;

Y_{aa} = Rendimento da cultura (a) em monocultivo, em kg ha^{-1} ;

Y_{ba} = Rendimento da cultura (b) em consórcio com a cultura (a), em kg ha^{-1} e,

Y_{bb} = Rendimento da cultura (b) em monocultivo, em kg ha^{-1} .

UET_a e UET_b = Uso Eficiente de Terra parcial da espécie 'a' e da espécie 'b'.

Se $UET > 1$, então ocorre vantagem produtiva do consórcio em relação ao monocultivo, se $UET = 1$ não ocorre vantagem produtiva e se $UET < 1$, então ocorre desvantagem produtiva em relação ao monocultivo.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o software sisvar, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras.

2.3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1-Mamoneira

A produtividade da mamona avaliada pela massa de bagas (grãos e casca), a produtividade de grãos, o teor de óleo nos grãos e a produtividade de óleo de mamona diferiu significativamente entre os tratamentos estudados ($p < 0,01$), não havendo resposta significativa ($p > 0,05$) para altura de plantas, altura da inserção do primeiro racemo, massa de 100 grãos e para a relação grão-baga (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância (quadrados médios) para: altura de planta (AP), altura da inserção do primeiro racemo (APR), massa de 100 grãos (MG), produtividade de baga (PB), produtividade de grãos (PG), relação grão-baga (RGB), teor de óleo nos grãos (Óleo) e produtividade de óleo (PO) da mamona em cultivo solteiro e consorciado com o feijão caupi.

Fonte de Variação	GL	AP	APR	MG	PB	PG	RGB	Óleo	PO
Tratamento	4	0,0208 _{ns}	0,0289 _{ns}	2,0450 _{ns}	1.125.893,6174**	578.568,5104**	20,9188 _{ns}	29,9004**	72.228,2462**
Bloco	3	0,0066	0,0289	2,2082	87.307,8639	66.123,9995	73,6511	5,9158	14.791,4584
Resíduo	12	0,0218	0,0418	5,2774	133.201,0641	64.128,2160	39,7181	1,9936	11.706,9967
CV (%)		7,81	20,17	7,29	17,03	18,3	9,80	3,05	17,98

** e ^{ns}: significativo a 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F de Snedecor.

Fonte: Próprio autor.

Na Tabela 4 são mostrados os valores médios da altura de plantas, altura do primeiro racemo, massa de 100 grãos, produtividade em bagas, produtividade em grãos, relação grão-baga, teor de óleo em grãos e produtividade em óleo de mamona cultivado sob duas densidades populacionais e consorciada com plantas de feijão caupi.

Tabela 4. Altura de planta (AP), altura do primeiro racemo (APR), massa de 100 grãos (MG), produtividade de baga (PB), produtividade de grãos (PG), relação grão-baga (RGB), teor de óleo nos grãos (Óleo) e produtividade em óleo (PO) da mamona em cultivo solteiro e consorciado com o feijão caupi.

Tratamento*	AP(m)	APR(m)	MG(g)	PB (kg ha ⁻¹)	PG(kg ha ⁻¹)	RGB(%)	Óleo(%)	PO(L ha ⁻¹)
F40:Ma10	1,84 a	1,13 a	32,55 a	2.190,66 ab	1.443,75 ab	65,72 a	46,25 bc	633,5 ab
F40:Ma5	1,81 a	1,02 a	31,78 a	1.602,08 b	947,92 b	60,40 a	48,37 ab	435,8 b
F20:Ma5	1,87 a	1,02 a	31,22 a	1.603,12 b	1.035,42 b	64,42 a	49,71 a	488,2 ab
F20:Ma10	1,99 a	1,01 a	30,62 a	2.621,88 a	1.701,04 a	64,78 a	44,51 cd	720,1 a
Ma10	1,94 a	0,89 a	31,33 a	2.700,00 a	1.787,50 a	66,16 a	43,01 d	731,3 a
Média	1,89	1,01	31,50	2.700,00	1.383,13	64,29	46,37	601,8
DMS	0,333	0,461	5,179	822,855	570,944	14,21	3,18	243,9

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

F40:Ma10 – Consórcio mamona (10.000 plantas ha⁻¹) : feijão caupi (40.000 plantas ha⁻¹); **F40:Ma5** – Consórcio mamona (5.000 plantas ha⁻¹) : feijão caupi (40.000 plantas ha⁻¹); **F20:Ma5** – Consórcio mamona (5.000 plantas ha⁻¹) : feijão caupi (20.000 plantas ha⁻¹); **F20:Ma10** – Consórcio mamona (10.000 plantas ha⁻¹) : feijão caupi (20.000 plantas ha⁻¹); **Ma10** – Monocultivo mamona (10.000 plantas ha⁻¹).

Fonte: Próprio autor.

A produtividade da mamona avaliada pela massa das bagas (grãos e casca) no monocultivo foi significativamente superior a obtida nos consórcios quando as populações de plantas de mamona foram de 5.000 plantas ha⁻¹, indicando assim que o feijão caupi nas populações de plantas avaliadas nos consórcios não afeta o rendimento de baba (Tabela 4).

Esses resultados indicam que não houve competição interespecífica pelos fatores de produção, visto que nenhuma população de feijão caupi usada nos arranjos competiram pelos fatores de produção com a mamona a ponto de comprometer a produtividade de baba, Evidenciando que o feijoeiro não apresentou interferência direta na produtividade da cultura da mamona.

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

A produtividade de grãos de mamona seguiu a mesma tendência observada para a produtividade de bagas, ou seja, na maior população de mamona, independentemente do consórcio com feijão caupi nas densidades de (20.000 e 40.000) plantas ha⁻¹, obteve-se as maiores produtividades. E, quando a população da mamona foi de 5.000 plantas ha⁻¹, nos dois arranjos com as plantas de feijão, houve uma redução significativa da produtividade em grãos, sendo estatisticamente igual ao obtido no arranjo de maior densidade populacional entre a mamona e o feijão caupi (Tabela 4). Corrêa (2005) estudando o comportamento da cultivar de mamona BRS 149 Nordestina consorciada com feijão caupi e amendoim encontrou resultados que corroboram com os detectados para a variável em questão. Azevedo *et al.* (1999) concluíram que os rendimentos da mamoneira e do caupi cresceram com o aumento de suas próprias populações no consórcio.

O alcance da raiz da mamoneira no solo pode atingir uma profundidade de até 2 metros, portanto, ela não é concorrente de plantas cujas raízes se distribuem mais na superfície do solo, como é o caso do feijão caupi. Assim essas duas culturas quando consorciadas exploram camadas de solos distintas.

Quando considerada a competição abaixo do solo por plantas de diferentes espécies (consórcio), pode haver diferença competitiva se as habilidades competitivas dos sistemas radiculares destas espécies forem muito diferentes (FRANSEN *et al.*, 2001), nesse sentido, os resultados constatados para as variáveis: produtividade de bagas e grãos na

mamona no consórcio com o feijão caupi pode ser justificado pelo fato do feijão caupi ser pouco competitivo, não restringindo de forma expressiva o crescimento e o desenvolvimento reprodutivo da mamona, podendo até proporcionar melhores condições na área de cultivo, uma vez que esta leguminosa realiza a fixação biológica de nitrogênio devido à presença de bactérias do gênero *Rhizobium* nas suas raízes (GRANJEIRO *et al.*, 2005).

As densidades de feijão caupi usadas nos consórcios não afetaram o teor de óleo nos grãos de mamona, porém o teor de óleo foi significativamente maior nos consórcios em relação ao monocultivo (Tabela 4), indicando que a presença do feijão caupi favoreceu o aumento do teor de óleo dos grãos. A densidade de 5.000 plantas ha⁻¹ de mamona quando consorciadas com feijão caupi, independentemente da densidade do caupi proporcionou os mais elevados teores de óleo, sendo a média do teor de óleo nos grãos ligeiramente superior à média descrita pela Embrapa (2007) para a cultivar BRS Energia, que é de 48%. Já o menor teor de óleo nos grãos de mamona foi obtido no monocultivo, 10.000 plantas ha⁻¹, sendo semelhante ao obtido no consórcio entre mamona e feijão, com as respectivas populações de (10.000 e 20.000) plantas ha⁻¹.

O fator que mais afetou o teor de óleo foi à população de mamoneira usada, na qual à medida que se dobrou essa população de 5.000 para 10.000 plantas ha⁻¹, o teor de óleo foi reduzido significativamente. Alves *et al.* (2009) relataram que a medida que se reduziu o espaçamento entre plantas, aumentando assim a população da mamoneira BRS Energia, ocorreu uma redução no teor de óleo, fato este confirmado nessa pesquisa. A mamoneira apresentou ampla plasticidade fenotípica, na qual à medida que se reduziu a população dessa oleaginosa, ocorreram ganhos significativos no teor de óleo, aproveitando com maior eficiência os fatores de produção e diminuindo a competição intraespecífica. Azevedo *et al.* (2001b) destacam que a configuração de plantio deve variar conforme o porte da planta (médio, alto e anã), a necessidade de mecanização da lavoura, a existência de culturas em consórcio e, principalmente, a fertilidade do solo.

Quando se avalia a produtividade de óleo dos grãos verifica-se que somente o consórcio nas populações (5.000 e 40.000) plantas ha⁻¹ de mamona e feijão, respectivamente foi inferior ao monocultivo, indicando que o aumento na produtividade de grãos compensa a redução no teor de óleo nos grãos (Tabela 4).

As demais características avaliadas (altura de planta, altura de inserção do primeiro racemo, massa de 100 grãos e relação grão-baga) não diferiram entre os consórcios e o monocultivo, ou seja, a presença do feijão caupi nos consórcios não alterou essas

características da planta de mamona, isso se deve em grande parte ao porte semi-ramador da cv. Setentão, na qual exerceu baixa competição pelos fatores de produção, em especial radiação solar. A relação grão-baga está diretamente relacionada com a massa de grãos, sendo que quanto mais elevada essa relação, maior será a produtividade percentual de grãos.

A escolha do arranjo de plantio e população de plantas adequada no sistema de consorciação entre espécies cultivadas proporciona incrementos no rendimento de grãos pelo efeito da complementação da exploração dos recursos do ambiente abaixo e acima do solo (PINTO, 2011).

2.3.2-Feijão caupi

Quanto ao comportamento do feijão caupi quando consorciado com a mamona, observa-se que o número de vagens por plantas, a produtividade de vagens e a produtividade em grãos de feijão caupi foram afetados significativamente ($p < 0,01$) pelos sistemas de cultivo, enquanto que, as variáveis, número de grãos por vagens, comprimento das vagens e massa de 100 grãos não se observou diferença entre os tratamentos estudados (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) das variáveis: vagens por planta (NVP), número grãos por vagem (NGV), comprimento de vagem (CV), produtividade de vagem (PV), massa de 100 grãos (MG) e produtividade de grãos (PG) do feijão caupi em cultivo solteiro e consorciado com mamona.

Fontes de variação	GI	NVP	NGV	CV	PV	MG	PG
Tratamento	4	71,766**	0,696 ^{ns}	0,249 ^{ns}	181.500,3489**	0,727 ^{ns}	84.641,876**
Bloco	3	9,058	0,070	0,070	45.725,259	0,352	2.4541,619
Resíduo	12	4,461	0,825	0,256	24.615,957	0,289	10.474,358
CV (%)		13,64	6,78	3,10	14,58	2,94	13,31

** e ^{ns}: significativo a 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F de Snedecor.

Fonte: Próprio autor.

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios do número de vagens por planta, número de grãos por vagem, comprimento das vagens, produtividade de vagens, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de plantas de feijão caupi cultivadas em monocultivo e consorciadas com plantas de mamona.

Tabela 6. Número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), comprimento de vagem (CV), produtividade de vagens (PV), massa de 100 grãos (MG) e produtividade de grãos (PG) de feijão caupi em cultivo solteiro e consorciado com mamona.

Tratamento*	NVP	NGV	CV(cm)	PV(kg ha ⁻¹)	MG(g)	PG(kg ha ⁻¹)
F40	14,9 bc	13,4 a	16,2 a	1.315,18 a	18,91 a	932,14 a
F40:Ma10	10,3 c	13,2 a	16,2 a	930,36 bc	18,24 a	653,39 bc
F40:Ma5	14,1 bc	12,9 a	16,5 a	1.233,04 ab	18,38 a	875,89 ab
F20:Ma5	21,9 a	13,9 a	16,6 a	1.103,57 abc	18,42 a	794,64 abc
F20:Ma10	16,3 b	13,8 a	16,1 a	797,32 c	17,72 a	588,39 c
Média	15,49	13,40	16,33	1.075,89	18,34	768,93
DMS	4,8	2,0	1,1	353,73	1,21	230,74

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

*Tratamentos: **F40** – Monocultivo feijão caupi (40.000 plantas ha⁻¹); **F40:Ma10** – Consórcio feijão caupi (40.000 plantas ha⁻¹):mamona (10.000 plantas ha⁻¹); **F40:Ma5** – Consórcio feijão caupi (40.000 plantas ha⁻¹):mamona (5.000 plantas ha⁻¹); **F20:Ma5** – Consórcio feijão caupi (20.000 plantas ha⁻¹):mamona (5.000 plantas ha⁻¹); **F20:Ma10** – Consórcio feijão caupi (20.000 plantas ha⁻¹):mamona (10.000 plantas ha⁻¹).

Fonte: Próprio autor.

A maior produção de vagens por plantas (NVP) de feijão caupi foi obtida no consórcio entre plantas de feijão caupi e mamona com suas respectivas populações (20.000 e 5.000) plantas ha⁻¹, que foi de 21,9 vagens planta⁻¹ e foi significativamente superior ao monocultivo. Já o menor número de vagens por planta foi obtido com a maior população de feijão, 40.000 plantas ha⁻¹, consorciada com (10.000) plantas ha⁻¹ de mamona, sendo estatisticamente igual ao monocultivo do feijão e do consorcio feijão e mamona nas populações de (40.000 e 5.000) plantas ha⁻¹, respectivamente. Verificou-se que à medida que se aumentou a densidade de plantas de feijão caupi e/ou mamona acima do arranjo de (20.000 e 5.000) plantas ha⁻¹ para feijão e mamona respectivamente, reduziu o número de vagens por planta de feijão, porque ocorreu uma maior competição entre plantas pelos fatores de produção (água, nutrientes e luz) e entre os drenos de cada planta de feijão caupi, porque os fatores de produção e os fotoassimilados tornaram-se mais escassos.

No monocultivo do feijão caupi obteve-se a maior produtividade em vagens, sendo estatisticamente igual ao obtido no consorcio entre feijão caupi e mamona, no arranjo (40.000 e 5.000) plantas ha⁻¹ e no arranjo (20.000 e 5.000) plantas ha⁻¹, de feijão e mamona, respectivamente. Sendo assim verifica-se que o aumento da população de mamona na área do consórcio reduziu a produtividade em vagens, ocorrendo assim competição intraespecífica. O monocultivo apresentou baixo número de vagens por planta, porém obteve a maior produtividade de vagens, devido à compensação obtida de um maior número de plantas na área (40.000 plantas ha⁻¹ de feijão caupi) e a não competição com a mamona.

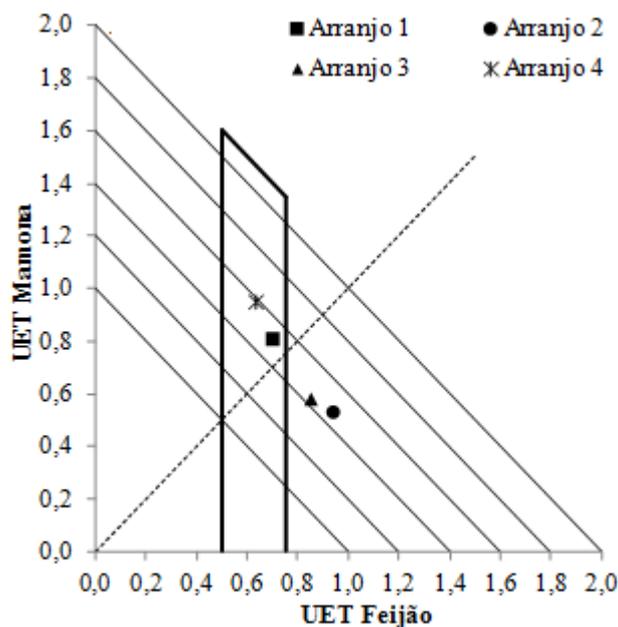
A produtividade de grãos de feijão caupi seguiu a mesma tendência observada para a produtividade de vagens, sendo a maior produtividade obtida em monocultivo, não sendo estatisticamente diferentes do consórcio entre plantas de feijão e mamona, nos arranjos de (40.000 e 5.000) plantas ha⁻¹ e de (20.000 e 5.000) plantas ha⁻¹, respectivamente, ou seja, esses arranjos são estatisticamente superiores aos demais. Bezerra *et al.* (2007) relataram essa mesma tendência de produtividade de grãos de feijão caupi quando consorciado com sorgo em diferentes arranjos populacionais e comparados com o cultivo solteiro, relatando que quando usou um arranjo contendo 25% de plantas de sorgo com 75% de plantas de caupi, a produtividade em grãos do feijão caupi foi estatisticamente igual a obtida no monocultivo.

Os valores médios do número de grãos por vagem, do comprimento de vagem e da massa de 100 grãos de feijão caupi não diferiram estatisticamente entre si, valendo lembrar que o número de grãos por vagem deve estar relacionado ao comprimento de vagem, pois quanto maior a vagem, maior será o número de grãos. Resultado semelhante foram relatados por Souza *et al.* (2004) quando consorciou milho com feijão caupi em série de substituição, assim a presença da mamona no consórcio não alterou essas características da planta de feijão, sendo às variáveis número de grãos por vagem e comprimento de vagem ligadas a fatores genéticos da cultivar usada e nem tão pouco a densidade.

2.3.3-Efeito combinado do consórcio

A relação do uso eficiente da terra, a dominância entre culturas e o requerimento mínimo exigido com culturas alimentícias no consórcio mamona com feijão caupi podem ser observadas na Figura 2. Nesta figura, os UET's totais foram representados pelas linhas diagonais que ligam abscissa à ordenada no plano cartesiano, enquanto que, os UET's parciais da mamoneira foram alocados no eixo "Y" e os UET's parciais da cultura consorte (feijão caupi) no eixo "X". A linha tracejada perpendicular as linhas dos UET's totais indica que se o arranjo aparece acima dessa linha, ocorreu dominância da mamona no consórcio e se o arranjo estar abaixo da linha ocorreu dominância do feijão caupi no consórcio. As duas linhas paralelas ao eixo "Y" representam o requerimento mínimo de 50% e 75% respectivamente do rendimento do feijão caupi em monocultivo.

Figura 2. Uso eficiência da terra dos consórcios: mamona com feijão caupi, nos arranjos de 10.000:40.000 (■), 5.000:40.000 (●), 5.000:20.000 (▲) e 10.000:20.000 (×) plantas ha⁻¹, respectivamente.



Fonte: Próprio autor.

Todos os arranjos avaliados no consórcio entre plantas de mamona e de feijão caupi foram eficientes no uso da terra, ou seja, as somas dos UET's parciais das culturas nos consórcios foram acima de um (Figura 2). Isso significa que todos os arranjos utilizados na pesquisa obtiveram uso eficiente da terra superior ao monocultivo. As misturas provavelmente tiveram rendimentos mais elevados porque eram capazes de utilizar recursos ambientais de forma mais eficiente, isto poderia ter ocorrido em parte devido à diferentes ciclos de crescimento das duas culturas, e pode também ter ocorrido, porque as diferentes alturas das duas culturas proporcionou melhor utilização de luz e porque diferença na profundidade no enraizamento favoreceu melhor utilização dos recursos do solo, uma vez que ambas as culturas exploram diferentes camadas de solo. O arranjo (10.000:20.000 plantas ha⁻¹ de mamona e feijão, respectivamente) obteve o maior UET, sendo este igual a 1,58. Isso significa que o arranjo em questão teve rendimento 58% superior ao monocultivo ou ainda que para produzir a mesma quantidade obtida em um hectare de consórcio, em monocultivo, seriam necessários 1,58 hectares. Resultados semelhantes foram relatados por Azevedo *et al.* (1999) quando avaliaram o efeito de população de plantas no consórcio mamoneira/caupi durante 2 anos e detectaram que todos os arranjos entre plantas de feijão caupi e mamona apresentaram uso eficiente da terra superior a um, sendo que esse UET aumentou com o aumento das populações da mamoneira. Azevedo *et al.* (2007) concluíram que os mais

elevados índices de UET's totais são registrados nos sistemas nos quais a mamoneira participa com a maior população de plantas, quando o mesmo determinou o rendimento e eficiência agrônômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semiárido nordestino. Resultado este que corrobora com o encontrado nessa pesquisa.

Pinto (2011) trabalhando com mamona consorciada com girassol durante três anos consecutivos nas condições do semiárido obteve UET's superiores a uma unidade na maioria dos consórcios estudados. Estes resultados confirmam os números presentes na pesquisa em questão.

Neste tipo de consórcio, a cultura consorte é tomada como a mais importante por se tratar de uma espécie alimentícia fonte de proteína (feijão caupi). É importante, portanto, balancear as populações desta cultura, no consórcio, em função da necessidade do produtor e do seu rebanho (WILLEY; OSIRU, 1972). As implicações práticas que podem ser tiradas desta premissa são: a) se o produtor desejar 50% de rendimento do feijão caupi (cultura alimentícia) produzido em monocultivo, esta condição será satisfeita em todos os consórcios dos quais a leguminosa e a oleaginosa participaram com qualquer população testada nessa pesquisa; b) Caso interesse ao produtor um mínimo de 75% de rendimento do feijão caupi produzido em monocultivo, a solução é utilizar o feijão caupi consorciado, sendo 20.000 ou 40.000 plantas ha⁻¹ de caupi com 5.000 plantas ha⁻¹ de mamona.

No consórcio da mamoneira com o feijão caupi houve dominância da cultura da mamona sobre o feijão nos arranjos (10.000:40.000 plantas ha⁻¹ de mamona e feijão, respectivamente) e (10.000:20.000 plantas ha⁻¹ de mamona e feijão, respectivamente), enquanto ocorreu dominância do feijão sobre a mamona nos arranjos (5.000:40.000 plantas ha⁻¹ de mamona e feijão, respectivamente) e (5.000:20.000 plantas ha⁻¹ de mamona e feijão, respectivamente). Verifica-se assim, que as maiores populações de mamona utilizadas resultaram em dominância da cultura da mamoneira, e quando se reduziu a população da mamoneira pela metade, houve predominância do caupi no sistema de consorciação.

2.4-CONCLUSÕES

O feijão caupi não afeta a produtividade da mamona no consórcio;

A mamona compete com o feijão caupi no consórcio, reduzindo a produtividade do mesmo quando a densidade da mamona é de (10.000 plantas ha⁻¹).

O teor de óleo nos grãos de mamona apresenta-se superior nos consórcios que usa baixa densidade de mamona (5.000 plantas ha⁻¹), independente da densidade do feijão caupi;

O aumento na produtividade de grãos de mamona compensou a redução no teor de óleo nos grãos;

Todos os consórcios de mamona e de feijão caupi foram eficientes no uso da terra;

As maiores populações de mamona provocaram dominância da cultura da mamona no consórcio na utilização dos fatores de produção;

Baixas populações de mamona resultaram em dominância do feijão caupi no sistema de consorciação;

Todos os consórcios da mamona com o feijão caupi apresentaram rendimento mínimo de feijão superior a 50% do que foi produzido no monocultivo.

2.5-REFERÊNCIAS

ALVES, G. da S. **Densidade populacional e seu efeito no crescimento e produtividade da mamoneira BRS energia sob cultivo irrigado**. 2009. 135p. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

AMORIM NETO, M. S.; ARAÚJO, A.E.; BELTRÃO, N.E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed. Téc.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 3, p. 63-76.

AZEVEDO, D. M. P de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo Cultural. In: AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001b. p.121-160.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J. W. DOS; LEÃO, A. B. Rendimento e eficiência agronômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v.11, n.3, p.145-162, 2007

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

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

BELTRÃO, N. E. de M.; LUCENA, A. M. A. de; BRITO, G. G.; OLIVEIRA, M. I. P de; ALBUQUERQUE, F. A. de. Ecofisiologia da Mamoneira (*Ricinus communis* L.). In: _____. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. 1. ed. Brasília, DF. 2011. Cap. 5, p. 195-256.

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A.; VIDAL NETO, F. C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.104-108, 2007.

BRANDÃO, C. R. R.; MACHADO, P. F.L.; SUAREZ, P.A Z. **As interações moleculares nos óleos vegetais e no biodiesel**. 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2009. Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T0859-1.pdf> - Acesso: 01/08/2012 às 16:52.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de pesquisa pedológica. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife, 1973. 66p. (Boletim Técnico, 28).

CORRÊA, M. L. P. **Comportamento da mamoneira consorciada com caupi, sorgo e amendoim**. 2005. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DRUMOND, M. A.; BARBOSA DOS ANJO, J.; MORGADO, L. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S. **Cultivo da Mamoneira para o Semi-Árido Brasileiro**. Petrolina, Embrapa circular técnica on line, 2008. 14p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA 2007.
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/276109> - Acesso: 15/08/2012 às 10:25.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FRANSEN, B.; KROON, H.; BERENDSE, F. Soil nutrient heterogeneity alters competition between two perennial grass species. **Ecology**, Nijmegen, v. 82, n. 9, p. 2534-2546, 2001.

FREIRE FILHO, R. F. F.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. dos. Melhoramento Genético. In: _____. **FEIJÃO-CAUPI Avanços tecnológicos**. 1. ed. Brasília, DF. 2005. Cap. 1, p. 29-92.

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.(Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.338-365.

NORMAN, D.W. **Crop mixture under indigenous conditions in the northeon part of Nigéria**. [S.I.I: Instituto for Agriculture Research] Ahmadu Bello University, 1974. p. 19-21, (Sumarru Research Bulletin, 205).

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

PARK, S.A.; BENJAMIN, R.L.; WATKINSON, A.R. The Theory and Application of Plant Competition Models: an Agronomic Perspective. **Ecology**, Oxford, v. 82, n. 9, p. 2525 -2535, 2001.

PINTO, C. de M. **Configuração e antecipação de plantio de mamona em consórcio com a cultura do girassol**. 2011. 93p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOUZA, M. L. O.; TÁVORA, F. J. A. F.; BLEICHER, E.; PITOMBEIRA, J. B. Efeito do consórcio do milho (*Zea mays* L.) com o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no rendimento de grãos, uso eficiente da terra e ocorrência de pragas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.35, número especial, p.196-206, 2004.

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

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

WILLEY, R.W. Intercropping - its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, Begumpet, v.32, n.1, p.1-10, 1979.

WILLEY, R.W.; OSIRU, O.S.O. Studies on the mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with particular reference to plant population. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 79, n.5, p. 519-529, 1972.

Capítulo III

Características produtivas e UET de plantas de mamona e milho em plantios consorciados com diferentes arranjos populacionais

Resumo:

O consórcio entre culturas é uma prática que consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa mesma área e no mesmo ano agrícola. Com objetivo de avaliar as características produtivas de plantas de mamona e de milho em função do arranjo de plantio consorciado e solteiro foi desenvolvido um experimento, na Fazenda Lavoura Seca pertencente à Universidade Federal do Ceará, Quixadá-CE, entre os meses de abril a agosto de 2011, na região semiárida do sertão central cearense. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de monocultivo de mamona e milho, usando 10.000 e 40.000 plantas ha⁻¹ respectivamente e dos demais consórcios: (mamona 10.000 + 40.000 milho); (mamona 5.000 + 40.000 milho); (mamona 10.000 + 20.000 milho); (mamona 5.000 + 20.000 milho) plantas ha⁻¹. Nos consórcios, o milho foi plantado entre duas fileiras de mamona e as populações desejadas tanto para o milho, como para a mamona foram obtidas através da variação do número de plantas dentro da fileira. Avaliou-se na mamona: altura de planta, altura da inserção do primeiro racemo, massa de 100 grãos, produtividade de baga, grãos e óleo, relação grão-baga e teor de óleo nos grãos, já no milho avaliou-se: espigas colhidas por hectare, produtividade em espigas, em grãos e massa de 100 grãos e calculou-se o UET do consórcio. O principal fator que interfere no rendimento de mamona é o aumento da população de milho, sendo este bastante agressivo com a oleaginosa, em detrimento da redução da população de mamoneira, por isso o milho dominou a mamoneira em todos os consórcios, sendo mais competitivo e comprometendo o rendimento da mesma. A mamona mesmo na máxima população não competiu significativamente a nível de comprometer o rendimento do cereal. Nos consórcios mamona com milho, apenas o arranjo (10.000:40.000 plantas ha⁻¹, respectivamente) e o arranjo (10.000:20.000 plantas ha⁻¹, respectivamente) foram eficientes no uso da terra

Palavras-Chave: *Ricinus communis* L. Arranjo de plantio. *Zea mays* L.

Productive characteristics and UET of castor bean and maize intercropped with different planting arrangements population

Abstract:

The consortium between cultures is a practice that consists of the simultaneous cultivation of two or more species in the same area and in the same crop year. Aiming to evaluate the productive characteristics of castor bean and maize arrangement according to the planting consortium and single, an experiment was conducted, in Farm Lavoura Seca belonging to the Federal University of Ceará, Quixadá-CE, between the months of April to August 2011, in the semiarid region of central of Ceará. The experimental design was randomized blocks with six treatments and four replications. Treatments consisted of castor bean and maize monocropping, using 10,000 and 40,000 plants ha^{-1} respectively and other consortia: (castor bean 10,000 + 40,000 maize); (castor bean 5,000 + 40,000 maize); (castor bean 10,000 + 20,000 maize); (castor bean 5,000 + 20,000 maize) plants ha^{-1} . In the consortia, maize was planted between two rows of castor bean and desired populations for both maize, such as for the castor bean were obtained by varying the number of plants within the row. It was evaluated in the castor bean: plant height, height of insertion of the first cluster, weight of 100 grains, productivity berry, grain and oil, berry-grain ratio and oil content in grain, already in maize were evaluated: cobs harvested per hectare productivity cobs in grain and mass of 100 grains and calculated the UET consortium. The main factor that affects the yield of castor bean is increased maize population, and this very aggressive with the oleaginous plant, to the detriment of reducing the population of castor bean, therefore the maize dominated the castor bean in all consortia, more competitive and compromising the quality of the same. The castor bean even at maximum population did not compete significantly the level of compromising the yield of cereal. Intercropping castor bean with maize, only the arrangement (10,000:40,000 plants ha^{-1} , respectively) and the arrangement (10,000:20,000 plants ha^{-1} , respectively) were efficient in land use.

Keywords: *Ricinus communis* L. Arrangement planting. *Zea mays* L.

3.1-INRODUÇÃO

O consórcio entre culturas é uma prática que consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa mesma área e no mesmo ano agrícola, tendo a dimensão espacial e temporal de convivência entre as plantas cultivadas. É prática comum nas regiões tropicais, usada na maioria das vezes, para superar adversidades climáticas. Essa prática agrícola resulta em maior produção por área e maior estabilidade de produção ao longo dos anos, além de não exigir custos adicionais de produção.

A origem da mamoneira (*Ricinus communis* L.) ainda é controversa, já que existem relatos de sua procedência tanto no continente africano como no asiático. No Brasil, entretanto, foi introduzida com a colonização portuguesa (BELTRÃO *et al.*, 2011). Atualmente, a mamoneira é bastante representativa no cenário econômico (SILVA *et al.*, 2007) devido, principalmente, a excelente alternativa para a obtenção do biodiesel. Além das vantagens socioeconômicas que a cultura da mamona propicia, devido fixar o homem no campo, essa oleaginosa apresenta teor de óleo acima das demais e, segundo a Embrapa (2004), cada hectare cultivado com mamona absorve dez toneladas de gás carbônico, ou seja, o quádruplo da média das outras oleaginosas, reduzindo assim o efeito estufa.

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

A expansão do cultivo da mamona na região semiárida do Nordeste brasileiro pelos pequenos produtores possui um gargalo, pois os produtos gerados não podem ser utilizados na alimentação, por isso, a relevância de estudos que aliem o cultivo da mamona com culturas alimentícias, garantindo segurança alimentar e renda ao produtor. Nesse sentido diversas pesquisas têm sido conduzidas para testar a eficiência do consórcio da mamona com culturas alimentícias (CORRÊA *et al.*, 2006; AZEVEDO *et al.*, 2007a, b; OLIVEIRA *et al.*, 2010). Todos esses autores verificaram que as combinações do consórcio proporcionaram incrementos na eficiência do uso da terra em relação aos respectivos cultivos solteiros e quase sempre os UET's mais elevados são registrados nos consórcios nos quais a mamoneira participa com a maior população de plantas.

A cultura do milho (*Zea mays* L.) se destaca devido as suas diversas formas de utilização, abrangendo desde a alimentação animal, que corresponde a cerca de 70% da

produção mundial, até a indústria de alta tecnologia (DUARTE *et al.*, 2011). De acordo com este mesmo autor, o milho ainda está relacionado ao aspecto social, principalmente para a agricultura familiar, que não utiliza muitas tecnologias para a produção do grão, porém dependem dessa produção para subsistência.

As plantas quando agrupadas no campo, competem entre si pelos fatores de produção. Na atmosfera temos a luz e o CO₂, no solo temos água e nutrientes. O nível de produtividade alcançado pelas culturas depende da eficiência com que as plantas agrupadas em cultivo utilizam esses fatores, sendo que plantas portadoras de elevada velocidade de emergência e de crescimento inicial rápido possuem prioridade na utilização dos recursos do meio e, por isso, geralmente levam vantagem na utilização destes (GUSTAFSON *et al.*, 2004). Quando o consórcio é praticado, o que se pretende é reduzir o nível de competição entre as plantas para um dado conjunto de população x arranjo espacial.

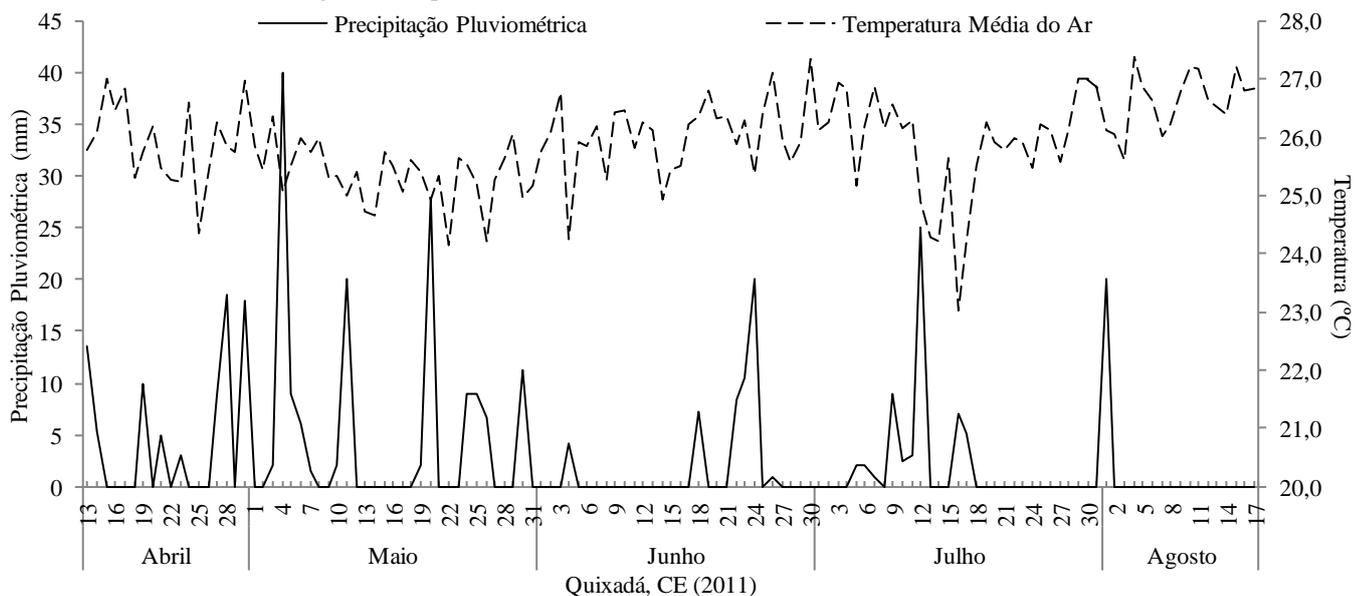
Avaliando a eficiência biológica e a habilidade competitiva do consórcio mamona e milho com outros consórcios, Pinto *et al.*, (2011) verificaram, que consórcio da oleaginosa com o cereal é o mais vantajoso nas condições de sequeiro. Outros autores verificaram que o consórcio do milho com a mamona proporciona bons rendimentos de grãos de milho nas condições do semiárido (AZEVEDO *et al.*, 2007a, b; OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de investigar as características produtivas de plantas de mamona e milho em monocultivo e consorciado em diferentes arranjos de plantio sob regime de sequeiro.

3.2-MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental Lavoura Seca, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC) localizada no município de Quixadá, CE, situada a 4° 59'S de latitude Sul, 39° 01'W de longitude de Greenwich e 190 m de altitude. O clima da região, conforme Köppen, é do tipo BSw'h', ou seja, clima quente e semiárido com temperatura do ar variando de 24 a 28°C e precipitação pluviométrica entre 500 a 1000 mm (BRASIL, 1973). Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar na área do experimento durante a condução dos cultivos foram obtidos de uma estação meteorológica pertencente à Universidade Federal do Ceará, instalada na área experimental. Durante o período de condução do experimento (abril a agosto de 2011) choveu 484,7 mm na área e pode ser observados na Figura 2.

Figura 3. Precipitação pluviométrica (—) e temperatura média do ar diárias (---) na área experimental da Fazenda Lavoura Seca durante a execução dos experimentos, Quixadá, CE, 2011.



Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMRAPA, 2006). A análise química do solo da área experimental foi realizada mediante a coleta de amostra de solo aleatoriamente numa profundidade de 0 a 20 cm, sendo essas amostras enviadas para análise no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, apresentando as características químicas presentes na Tabela 7.

Tabela 7. Características químicas do solo da área experimental na Fazenda Experimental Lavoura Seca, Quixadá, CE, 2011.

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

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

Os tratamentos foram arrançados num delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, sendo que as parcelas possuíam dimensões de 8 m de comprimento e 4 m de largura. O espaçamento entre as fileiras de milho e entre as fileiras de mamona em seus respectivos monocultivos foram de 1 m, e a distancia entre as fileiras do consórcio (entre uma fileira de mamona e uma fileira de milho) foi de 0,5 m, sendo fileiras simples alternadas, com suas respectivas populações obtidas através da variação do número de plantas dentro da fileira. A área útil da parcela foi constituída pelas duas linhas centrais em monocultivo e quatro linhas centrais (2 fileiras de mamona e 2 de milho) em consórcio, desprezando-se as plantas das extremidades.

Os tratamentos foram definidos conforme a participação de plantas de mamona cv. BRS Energia e milho híbrido BRS 206 na área cultivada, considerando duas densidades populacionais para cada cultura nos diferentes arranjos (Tabela 8).

Tabela 8. Populações de plantas no consórcio mamona e milho.

Tratamento	Densidade populacional (plantas ha ⁻¹)	
	Milho (A)	Mamona (B)
Mi40	40.000	-
Mi40:Ma10	40.000	10.000
Mi40:Ma5	40.000	5.000
Mi20:Ma5	20.000	5.000
Mi20:Ma10	20.000	10.000
Ma10	-	10.000

No plantio colocou-se 4 ou 5 sementes por cova para o milho e 3 sementes por cova para a mamona, fazendo o ajuste das populações com o desbaste das plântulas aos 10 dias após o plantio. O preparo do solo constou de duas gradagens, realizadas uma semana antes do plantio. A adubação foi realizada conforme as recomendações da análise de fertilidade do solo, tendo como base a cultura da mamona. Os fertilizantes usados foram uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, na formulação 60:70:60 respectivamente de N:P₂O₅:K₂O. Na adubação de fundação utilizou-se todo o fósforo e potássio recomendado e apenas um terço da dose de nitrogênio recomendada, já a adubação de cobertura foi realizada

aos 25 dias após a emergência das plântulas de mamona, utilizando dois terços da dose de nitrogênio recomendada. Não foi necessária a realização da calagem, uma vez que a adubação foi feita conforme as recomendações para a cultura da mamona e esta cultura produz em solos com faixa de pH variando de 5,5 a 6,8 (DRUMOND, 2008) e a análise de fertilidade do solo detectou pH 5,6. Para o controle das plantas daninhas foram realizadas duas capinas a enxada. A colheita do milho foi realizada uma semana antes da colheita da mamona.

As características avaliadas para a cultura da mamona foram: altura de planta e altura de inserção do primeiro racemo, obtidas no momento da colheita de quatro plantas da área útil escolhidas aleatoriamente e medidas com uma trena milimetrada; massa de 100 grãos, usando uma balança analítica de precisão de 0,0001g; produtividade de bagas e de grãos, quantificando a massa de bagas e/ou de grãos da área útil e posteriormente convertendo para hectare; relação peso grão - peso baga, dividindo-se a massa dos grãos pela a massa das bagas; teor de óleo no grão, determinado pelo método de Soxhlet, utilizando o extrator de gordura da Tecnal modelo TE-044-8/50, usando o hexano como solvente e; produtividade em óleo, obtido pelo produto entre a produtividade em grãos, o teor de óleo no grão e a densidade do óleo, considerada a densidade de 0,951 g ml⁻¹ (BRANDÃO *et al.*, 2009).

Já para a cultura do milho avaliou-se: número de espigas colhidas por hectare, contabilizando as espigas colhidas na área útil e convertendo para hectare, produtividade em espigas sem palhas, calculando as espigas sem palhas da área útil e convertendo para hectare, massa de 100 grãos, usando uma balança analítica de precisão de 0,0001g e produtividade em grãos, quantificando a massa de grãos da área útil e posteriormente convertendo para hectare.

Para analisar o efeito combinado do consórcio versus o monocultivo utilizou-se o UET (Uso Eficiente da Terra), índice proposto por Willey (1979) e calculado de acordo com a fórmula a seguir.

$$UET = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} = UET_a + UET_b$$

Sendo:

UET = Uso eficiente da terra;

Y_{ab} = Rendimento da cultura (a) em consórcio com a cultura (b), em kg ha⁻¹;

Y_{aa} = Rendimento da cultura (a) em monocultivo, em kg ha⁻¹;

Y_{ba} = Rendimento da cultura (b) em consórcio com a cultura (a), em kg ha^{-1} e,

Y_{bb} = Rendimento da cultura (b) em monocultivo, em kg ha^{-1} .

UET_a e UET_b = Uso Eficiente de Terra parcial da espécie 'a' e da espécie 'b'.

Se $UET > 1$, então ocorre vantagem produtiva do consórcio em relação ao monocultivo, se $UET = 1$ não ocorre vantagem produtiva e se $UET < 1$, então ocorre desvantagem produtiva em relação ao monocultivo.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o software sisvar, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras. Os dados de produção da mamona (produtividade de bagas, de grãos e de óleo) em monocultivo e consorciada com o milho foram transformados na função log, como recomenda Conagin (1955) porque esses dados apresentaram-se anormais.

3.3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1-Mamoneira

A altura de inserção do primeiro racemo, produtividade de bagas, a produtividade de grãos e a produtividade de óleo de mamona diferiram significativamente entre os tratamentos estudados ($p < 0,01$), densidades e consórcio com plantas de milho, enquanto que, para altura de plantas, a massa de 100 grãos, relação grão-baga e teor de óleo nos grãos não ocorreram respostas significativas ($p > 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo da análise de variância (quadrado médio) das variáveis: altura de planta (AP), altura da inserção do primeiro racemo (APR), massa de 100 grãos (MG), produtividade de бага (PB), produtividade de grãos (PG), relação grão-baga (RGB) e percentagem de óleo no grão (Óleo) e produtividade em litros de óleo (PO) da mamona em cultivo solteiro e consorciado com o Milho.

Fonte de Variação	GL	AP	APR	MG	PB	PG	RGB	% Óleo	PO
Tratamento	4	0,0183 ^{ns}	0,1514**	10,6643 ^{ns}	0,7669**	0,7494**	30,3028 ^{ns}	5,1029 ^{ns}	0,7447**
Bloco	3	0,0476	0,0085	4,6020	0,0665	0,0536	21,5502	5,9234	0,0478
Resíduo	12	0,0159	0,0188	12,8237	0,0769	0,0769	27,2423	3,5933	0,0807
CV(%)		6,97	10,43	12,10	10,25	10,96	7,75	3,83	12,90

** e ^{ns}: significativo a 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F de Snedecor.

Fonte: Próprio autor.

Na Tabela 10 podem ser observados os valores médios da altura de plantas, da altura do primeiro racemo, da massa de 100 grãos, da produtividade de bagas, da produtividade de grãos, da relação grão-baga, do teor de óleo em grãos e da produtividade de óleo de mamona cultivadas sob duas densidades populacionais e consorciadas com plantas de milho.

Tabela 10. Altura de planta (AP), altura do primeiro racemo (APR), massa de 100 grãos (MG), produtividade de бага (PB), produtividade de grãos (PG), relação grão-baga (RGB), teor de óleo nos grãos (Óleo) e produtividade em litros de óleo (PO) da mamona em cultivo solteiro e consorciado com o Milho.

Tratamento*	AP(m)	APR(m)	MG(g)	PB (kg ha ⁻¹)	PG (kg ha ⁻¹)	RGB(%)	% Óleo	PO (kg ha ⁻¹)
Mi40:Ma10	1,88 a	1,51 a	29,24 a	645,83 bc	438,54 bc	68,14 a	48,27 a	202,10 bc
Mi40:Ma5	1,73 a	1,33 a	27,84 a	200,00 c	138,54 c	71,36 a	49,30 a	64,14 c
Mi20:Ma5	1,76 a	1,36 a	28,33 a	260,42 bc	168,75 bc	64,14 a	50,10 a	80,43 bc
Mi20:Ma10	1,88 a	1,38 a	30,88 a	922,92 ab	613,54 ab	67,40 a	51,12 a	305,82 ab
Ma10	1,81 a	0,99 b	31,65 a	2.245,83 a	1.478,13 a	65,55 a	48,75 a	681,93 a
Média	1,81	1,31	29,59	855,00	567,50	67,32	49,51	266,88
DMS	0,284	0,309	8,074	1.091,40	740,42	11,77	4,274	361,05

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

Mi40:Ma10 – Consórcio mamona (10.000 plantas ha⁻¹) : milho (40.000 plantas ha⁻¹); **Mi40:Ma5** – Consórcio mamona (5.000 plantas ha⁻¹) : milho (40.000 plantas ha⁻¹); **Mi20:Ma5** – Consórcio mamona (5.000 plantas ha⁻¹) : milho (20.000 plantas ha⁻¹); **Mi20:Ma10** – Consórcio mamona (10.000 plantas ha⁻¹) : milho (20.000 plantas ha⁻¹); **Ma10** – Monocultivo mamona (10.000 plantas ha⁻¹).

Fonte: Próprio autor.

A altura de inserção do primeiro racemo foi afetada pelo sistema de cultivo, na qual os maiores valores ocorreram nos consórcios, sendo estes semelhantes entre si e superiores ao monocultivo. Isso se deve em grande parte a competição sofrida pelas plantas de milho na área na busca pela luz.

Para o teor de óleo nos grãos de mamona a média foi de 49,51%, média esta ligeiramente superior à média descrita pela Embrapa (2007) para a cultivar BRS energia, que é de 48%, porém os sistemas de cultivo não afetaram o teor de óleo nos grãos.

A produtividade da mamona avaliada pelo peso das bagas (grão e casca) em monocultivo foi significativamente superior a obtida nos consórcios, porém não diferiu quando consorciou-se 10.000 plantas ha⁻¹ de mamona com 20.000 plantas ha⁻¹ de milho. À medida que a população de milho foi duplicada, os rendimentos de baga caíram consideravelmente. Segundo Beltrão *et al.* (2003) gramíneas como milho e sorgo são muito competitivas no consórcio com a mamona. Este fato é corroborado com os resultados desta pesquisa, onde a produtividade das plantas de mamona nos consórcios com plantas de milho aqui avaliados caíram com o aumento da população do milho. A menor produtividade de baga foi detectada no arranjo de 5.000 e 40.000 plantas ha⁻¹ de mamona e milho respectivamente, desse modo o rendimento da mamoneira aumenta com o incremento de sua própria população e decresce com o aumento de população da cultura consorte (AZEVEDO *et al.*, 2007b).

A produtividade de grãos seguiu a mesma tendência observada na produtividade de bagas, isso porque a relação grão-baga não diferiu entre os tratamentos usados na pesquisa. Sendo assim o monocultivo foi superior aos consórcios, com exceção do consórcio 10.000 plantas ha⁻¹ de mamona com 20.000 plantas ha⁻¹ de milho. Esses resultados indicam que houve competição interespecífica pelos fatores de produção, porque quando se aumentou a população de milho para 40.000 plantas ha⁻¹, estas competiram pelos fatores de produção com a mamona a ponto de comprometer a produtividade de bagas, e conseqüentemente de grãos.

Essas reduções detectadas no rendimento da mamoneira nos arranjos com o milho podem ser justificadas em decorrência da forte competição exercida pela presença do milho, sendo esta cultura uma espécie de metabolismo fotossintético C4, com crescimento rápido, maior índice de área foliar, arquitetura ereta e altura mais propícia à captação de luz, torna-se mais competitiva, causando menores rendimentos na cultura da mamona, que tem metabolismo fotossintético C3.

Assim como os rendimentos de bagas e grãos tiveram resultados semelhantes proporcionalmente porque não ocorreram diferenças significativas na relação grão-baga, a produtividade de óleo em litros seguiu a mesma tendência observada nos componentes de

produção relatados anteriormente, sendo que o maior rendimento de óleo foi obtido no monocultivo da mamona, que não diferiu do arranjo de 10.000 e 20.000 plantas ha⁻¹ de mamona e milho respectivamente. O pequeno produtor quando verificar a viabilidade econômica do cultivo da mamona para no final da safra comercializar na forma de bagas, grãos ou óleo (quando este disponibilizar de estrutura para beneficiar esse óleo), o mesmo poderá utilizar um arranjo de mamona com o milho nas populações de 10.000 e 20.000 plantas ha⁻¹ respectivamente, sem prejuízos, uma vez que além de obter renda com a venda do produto originado da mamoneira, ainda garante a segurança alimentar da família e eventualmente do rebanho com a produção do milho. O cereal é considerado neste consórcio, como a cultura mais importante, por se tratar de uma espécie alimentar que faz parte da dieta do produtor e de sua família.

As demais características da planta avaliadas: altura de plantas, massa de 100 grãos, relação grão-baga e o teor de óleo nos grãos de plantas de mamona cultivadas nas densidades de 5.000 e 10.000 plantas ha⁻¹ consorciadas com plantas de milho nas densidades de 20.000 e 40.000 plantas ha⁻¹ e em monocultivo não diferiram entre si (Tabela 10). Respostas dessa natureza, corroboram com as reportadas por Azevedo *et al* (2007a). A relação grão-baga está diretamente relacionada com a produtividade de grãos, sendo que quanto mais elevada essa relação, maior será a produtividade percentual de grãos.

Segundo Azevedo e Lima (2007), a resposta da mamoneira em relação a população de plantas por área é complexa e envolve aspectos ecofisiológicos, pois, alterações no espaçamento e na densidade induzem a uma série de modificações no crescimento e desenvolvimento da mamoneira.

3.3.2-Milho

O número de espigas colhidas por hectare, a produtividade em espigas sem palhas e a produtividade de grãos foram afetados pelos sistemas de cultivo, enquanto que para a massa de 100 grãos não se observou diferenças significativas entre os tratamentos estudados (Tabela 11).

Tabela 11. Resumo da análise de variância (quadrado médio) das variáveis: número de espigas colhidas por hectare (NECPH), produtividade em espigas sem palhas (PESP), massa de 100 grãos (MG) e produtividade em grãos (PG) do milho em cultivo solteiro e consorciado com mamona.

Fonte de Variação	GL	NECPH	PESP	MG	PG
Tratamento	4	254.298.515,969**	959.649,569**	10,058 ^{ns}	720594,365**
Bloco	3	61.2240,816	89.457,655	0,473	78.051,1685
Resíduo	12	3.567.180,867	80.209,192	3,923	61.948,541
CV(%)		6,42	9,54	6,49	9,78

** e ^{ns}: significativo a 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F de Snedecor.

Fonte: Próprio autor.

Na Tabela 12 podem ser observados os valores médios do número de espigas colhidas por hectare, produtividade de espigas sem palhas, massa de 100 Grãos (MG) e produtividade de grãos (PG) do Milho em cultivo solteiro e consorciado com mamona.

Tabela 12. Número de espigas colhidas por hectare (NECPH), produtividade em espigas sem palhas (PESP), massa de 100 Grãos (MG) e produtividade em grãos (PG) do milho em cultivo solteiro e consorciado com mamona.

Tratamento*	NECPH(espigas ha ⁻¹)	PESP(kg ha ⁻¹)	MG(g)	PG(kg ha ⁻¹)
Mi40	34.642,86 a	3.683,04 a	30,16 a	3.157,14 a
Mi40:Ma10	35.000,00 a	3.150,00 ab	28,84 a	2.715,18 ab
Mi40:Ma5	36.071,43 a	2968,75 bc	29,22 a	2.550,00 bc
Mi20:Ma5	20.535,71 b	2.600,90 bc	32,17 a	2.225,89 bc
Mi20:Ma10	20.892,86 b	2.438,39 c	23,16 a	2.081,25 c
Média	29.428,57	2.968,21	30,51	2.545,89
DMS	4,26	638,53	4,47	561,16

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

*Tratamentos: **Mi40** – Monocultivo milho (40.000 plantas ha⁻¹); **Mi40:Ma10** – Consórcio milho (40.000 plantas ha⁻¹):mamona (10.000 plantas ha⁻¹); **Mi40:Ma5** – Consórcio milho (40.000 plantas ha⁻¹): mamona (5.000 plantas ha⁻¹); **Mi20:Ma5** – Consórcio milho (20.000 plantas ha⁻¹): mamona (5.000 plantas ha⁻¹) ; **Mi20:Ma10** – Consórcio milho (20.000 plantas ha⁻¹): mamona (10.000 plantas ha⁻¹).

Fonte: Próprio autor.

A produtividade de espigas de milho no monocultivo foi significativamente superior a obtida nos consórcios usando 20.000 plantas ha⁻¹ desse cereal. A maior quantidade de espigas colhidas por hectare foi alcançada quando se utilizou 40.000 plantas ha⁻¹ de milho, independente da população da mamoneira. Isso aponta que a competição interespecífica foi baixa, ou seja, nenhuma população da oleaginosa afetou a produção de espigas. O número de

espigas por área foi reduzido com a redução da população do próprio milho. Esses dados acompanham o raciocínio de Bezerra *et al.* (2007), onde afirmam que o plantio do milho consorciado com o sorgo reduziu significativamente o número de espigas por parcela nas proporções Milho 50%+Sorgo 50% e Milho 25%+Sorgo 75%, em relação ao cultivo solteiro. O número de espigas por área está diretamente relacionado com o rendimento do milho tanto em monocultivo, como em cultivo consorciado.

A produtividade de espigas sem palhas e a produtividade de grãos de milho seguiram a mesma tendência de rendimento em relação ao sistema de cultivo. A produtividade do milho no monocultivo foi significativamente superior a obtida nos consórcios, com exceção do consórcio composto por 10.000 e 40.000 plantas ha⁻¹ de mamoneira e milho respectivamente, que foram estatisticamente semelhantes.

A mamoneira mesmo com uma população elevada não competiu com o milho a nível de comprometer o rendimento do cereal. O menor rendimento constatado para a cultura do milho ocorreu quando se arranjou 10.000 plantas ha⁻¹ de mamona com 20.000 plantas ha⁻¹ de milho. Para a produtividade de grãos do milho observou-se que o monocultivo produziu 3.157 kg ha⁻¹, produtividade esta bem superior à média em cultivo de sequeiro para o estado do Ceará, que foi em torno de 1.394 kg ha⁻¹ segundo a CONAB para a safra 2011/2012 (CONAB 2012). Segundo Kluthcouski e Aidar (2003), a competição interespecífica, em geral, não reduz significativamente o rendimento de grãos de milho.

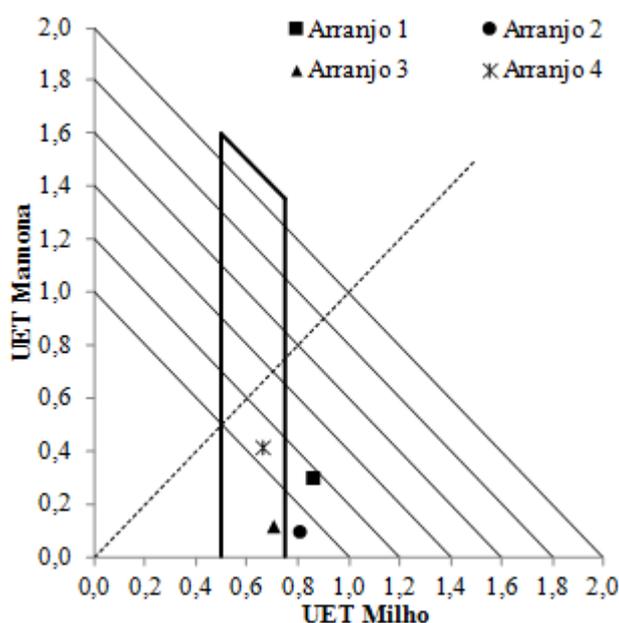
O valor médio da massa de 100 grãos de milho não diferiu entre os consórcios e o monocultivo, ou seja, a população de mamona nos consórcios não alterou essa característica da planta de milho.

3.3.3-Efeito combinado do consórcio

A relação do uso eficiente da terra, a dominância entre culturas e o requerimento mínimo exigido com culturas alimentícias no consórcio mamona com milho podem ser observadas na Figura 4. Nesta figura, os UET's totais foram representados pelas linhas diagonais que ligam abscissa à ordenada no plano cartesiano, enquanto que, os UET's parciais da mamoneira foram alocados no eixo "Y" e os UET's parciais da cultura consorte (milho) no eixo "X". A linha tracejada perpendicular as linhas dos UET's totais indica que se o arranjo aparece acima dessa linha, ocorreu dominância da mamona no consórcio e se o arranjo estar abaixo da linha ocorreu dominância do milho no consórcio. As duas linhas paralelas ao eixo

“Y” representam o requerimento mínimo de 50% e 75% respectivamente do rendimento do milho em monocultivo.

Figura 4. Uso eficiência da terra dos consórcios: mamona com milho, nos arranjos de 10.000:40.000 (■), 5.000:40.000 (●), 5.000:20.000 (▲) e 10.000:20.000 (✱) plantas ha⁻¹, respectivamente.



Fonte: Próprio autor.

Nos consórcios entre plantas de mamona e milho, apenas o arranjo (10.000:40.000 plantas ha⁻¹, respectivamente) e o arranjo (10.000:20.000 plantas ha⁻¹, respectivamente) foram eficientes no uso da terra, sendo estes UET's totais de 1,16 e 1,07 respectivamente (Figura 4). No consórcio entre mamona e milho, os arranjos (5.000:40.000 plantas ha⁻¹, respectivamente) e (5.000:20.000 plantas ha⁻¹, respectivamente) resultaram em UET total inferior a um, sendo estes UET's de 0,90 e 0,82 respectivamente. Sendo assim esses arranjos não apresentam vantagem biológica nas condições do semiárido nordestino, ou seja, o rendimento obtido nesses consórcios poderia ser constatado em monocultivo ocupando uma menor área. Consórcio que não atinge UET acima da unidade representa desvantagem biológica destes sistemas em relação ao monocultivo.

Azevedo *et al.* (2007b) concluíram que os mais elevados índices de UET's totais são registrados nos sistemas nos quais a mamoneira participa com a maior população de plantas, quando o mesmo determinou o rendimento e eficiência agrônômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semiárido nordestino. Resultado este que corrobora com o encontrado nessa pesquisa.

Neste tipo de consórcio, a cultura consorte é tomada como a mais importante por se tratar de uma espécie alimentícia fonte de carboidrato (milho). É importante, portanto, balancear as populações desta cultura, no consórcio, em função da necessidade do produtor e do seu rebanho (WILLEY; OSIRU, 1972). As implicações práticas que podem ser tiradas desta premissa são: a) se o produtor desejar 50% de rendimento do milho (cultura alimentícia) produzido em monocultivo, esta condição será satisfeita em todos os consórcios dos quais o cereal e a oleaginosa participaram com qualquer população testada nessa pesquisa; b) Caso interesse ao produtor um mínimo de 75% de rendimento de milho produzido em monocultivo, a solução é utilizar 40.000 plantas ha^{-1} de milho, independente das populações de mamona utilizadas nesse trabalho que foram de 5.000 e 10.000 plantas ha^{-1} , porém a população de mamoneira quando foi máxima tornou-se vantajosa, porque ocorreu o uso eficiente da terra.

No consórcio mamona com milho em todos os arranjos utilizados na pesquisa, o milho dominou em relação à mamoneira, sendo mais competitivo pelos fatores de proução e comprometendo o rendimento da mesma, detectando-se assim elevados UET's parciais para a cultura do milho e baixos UET's parciais para a mamona. Os dados sugerem que o milho por ser uma cultura C_4 e de crescimento rápido ao competir fortemente com a mamona limitou o seu crescimento e desenvolvimento.

3.4-CONCLUSÕES

O principal fator que interfere no rendimento de mamona no consórcio entre mamona e milho é o aumento da população de milho;

O milho foi bastante agressivo com a oleaginosa, aliado a redução da população de mamona;

Os sistemas de cultivo não afetaram o teor de óleo nos grãos;

A produtividade do milho no monocultivo foi superior a obtida nos consórcios, com exceção do consórcio composto pela máxima densidade de mamona e de milho;

A mamona mesmo na máxima população não competiu á nível de comprometer o rendimento do cereal;

Nos consórcios mamona com milho, apenas o arranjo (10.000:40.000 plantas ha⁻¹, respectivamente) e o arranjo (10.000:20.000 plantas ha⁻¹, respectivamente) foram eficientes no uso da terra;

O milho foi dominante sobre a mamona na utilização dos fatores de produção, sendo mais competitivo e comprometendo o rendimento da oleaginosa nos consórcios.

Todos os consórcios da mamona com o milho apresentaram rendimento mínimo de milho superior a 50% do produzido no monocultivo.

3.5-REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 380 p.

AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J.W. dos; BEZERRA LEÃO, A. Rendimento e eficiência agrônômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v.11, n.3, p.145-162, 2007b.

AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J.W. dos; LEÃO, A. B.; Arranjos de fileiras no consórcio mamoneira com milho no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.11, n.2, p. 97-105, 2007a.

BELTRÃO, N. E. de M.; LUCENA, A. M. A. de; BRITO, G. G.; OLIVEIRA, M. I. P de; ALBUQUERQUE, F. A. de. Ecofisiologia da Mamoneira (*Ricinus communis* L.). In: _____. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. 1. ed. Brasília, DF. 2011. Cap. 5, p. 195-256.

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; VIDAL NETO, F. das C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.104-108, 2007.

BRANDÃO, C. R. R.; MACHADO, P. F.L.; SUAREZ, P.A Z. **As interações moleculares nos óleos vegetais e no biodiesel**. 32^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2009. Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T0859-1.pdf> - Acesso: 01/08/2012 às 16:52.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de pesquisa pedológica. **levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife, 1973. 66p. (Boletim Técnico, 28).

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**.

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_03_10_47_52_milho_em_graos_-_safra_2012_-_ceara.pdf. Acesso em 16/08/2012.

CONAGIN, A.; TRANSFORMAÇÕES DOS DADOS EXPERIMENTAIS. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.14, n.15, p.141-147. Março de 1955.

COSTA, M. N. da; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. de L. A.; FREIRE, E. C.; NÓBREGA, M. B. de M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. de. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.41, n.11, p. 1617-1622, 2006.

DRUMOND, M. A.; BARBOSA DOS ANJO, J.; MORGADO, L. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S. **Cultivo da Mamoneira para o Semi-Árido Brasileiro**. Petrolina, Embrapa circular técnica on line, 2008. 14p.

DUARTE, J. de O. GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. de. Economia da produção. In: CRUZ, J. C. (ed.). **Cultivo do milho**. 7ª Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011 (Sistema de Produção, 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>> Acesso: 12 de setembro de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **EMBRAPA** 2007.
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/276109> - Acesso: 15/08/2012 às 10:25.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **EMBRAPA**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA/CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ALGODÃO - CNPA. **Pesquisa com mamona pode viabilizar biodiesel brasileiro**, 2004. Disponível em: <www.cnpa.embrapa.br/jornal/mamonaPDU.htm>. Acesso em: 12 set. 2012.

FREIRE, R. M. M.; SEVERINO, L. S.; MACHADO, O. L. T. Ricinoquímica e co-produtos. In: Azevedo, D. M. P. de; Beltrão, N. E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2007. cap. 19, p. 451-473.

GUSTAFSON, D.J.; GIBSON, D.J.; NICKRENT, D.L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**. Charleston, SC, USA, v.18, p. 451-457, 2004.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 405-441.

OLIVEIRA, R. de O.; CARVALHO, H. W. L. de; MILANI, M.; CARVALHO, B. C. L. de; MELO, K. E. de O.; RODRIGUES, C. S.; MENEZES, A. F.; FEITOSA, L. F.; SILVA, B.S. de F. Comportamento produtivo de mamoneiras de porte baixo e porte médio em sistemas de plantio consorciados. **Comunicado Técnico**,107, Aracajú, SE, 2010.

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

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

WILLEY, R. W. Intercropping - its importance ad research needs. Part 1, competition and yield advantage. **Field Crop Abstracts**, Slough, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.

WILLEY, R.W.; OSIRU, O.S.O. Studies on the mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with particular reference to plant population. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.79, n.5, p. 519-529,1972.