

# Eficiência agronômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho<sup>1</sup>

## Agronomic and biological efficiency in the castor bean intercropped with cowpea or maize

Antonio Francelino Oliveira Filho<sup>2\*</sup>, Francisco Thiago Coelho Bezerra<sup>3</sup>, João Bosco Pitombeira<sup>2</sup>, Alek Sandro Dutra<sup>2</sup> e Geovânio Lima Barros<sup>2</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência agronômica e biológica dos consórcios de mamoneira com feijão-caupi ou milho. As pesquisas foram desenvolvidas na Fazenda Experimental Lavoura Seca, da Universidade Federal do Ceará, em Quixadá-CE. Foram avaliados os consórcios entre plantas de mamoneira cv. BRS Energia com feijão-caupi cv. Setentão (I) ou com milho cv. BRS 206 (II). Os tratamentos consistiram da combinação entre duas culturas em duas densidades populacionais (5.000 e 10.000 plantas por hectares de mamoneira; 20.000 e 40.000 plantas por hectares do consorte) mais dois cultivos solteiros, que foram distribuídos em quatro blocos casualizados. Avaliou-se a produtividade das culturas, uso eficiente da terra, índice de competitividade e requerimento mínimo exigido pelas culturas consortes. Os dados de produtividade foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas por meio de contrastes. Os índices biológicos foram interpretados a partir dos valores parciais de uso eficiente da terra plotados em um plano cartesiano. Os sistemas de cultivo afetaram a produtividade da mamoneira, do feijão-caupi e do milho. Também foram observados efeitos dos consórcios e das densidades populacionais da mamoneira e das culturas consortes nos índices de uso eficiente da terra e competitividade. As produtividades da mamoneira e dos consortes são reduzidas quando consorciadas. O consórcio entre feijão-caupi e mamona é eficiente no uso da terra. Na consorciação da mamoneira com milho há eficiência no uso da terra apenas com as maiores populações da oleaginosa. No consórcio mamona com feijão-caupi a cultura dominante é influenciada pela densidade das culturas, enquanto o milho é mais competitivo que a mamoneira.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis*. *Vigna unguiculata*. *Zea mays*. Biodiesel.

**ABSTRACT** - The aim of this study was to evaluate the agronomic and biological efficiency of intercropping the castor bean with cowpea or maize. The research was carried out at the *Lavoura Seca* Experimental Farm, of the Federal University of Ceará, in Quixadá, in the State of Ceará, Brazil. Plants of the castor bean cv. BRS Energy were evaluated intercropped with cowpea cv. Setentão (I) or with maize cv. BRS 206 (II). The treatments consisted of combinations of two crops at two densities (5,000 and 10,000 castor bean plants per hectare; 20,000 and 40,000 intercropped plants per hectare), and two single crops, which were distributed into four randomised blocks. Crop productivity, land-use efficiency, competition index and the minimum requirements of the intercropped plants were evaluated. Productivity data were submitted to analysis of variance and mean values were compared by contrasting. Biological indices were interpreted from the partial values for land-use efficiency plotted on a Cartesian plane. The cropping systems affected productivity in the castor bean, cowpea and maize. An effect was also seen from the intercropping and population densities of the castor bean and intercrops on the indices of land-use efficiency and competition. Intercropping reduces productivity in the castor bean and the intercrops; between the cowpea and castor bean, intercropping is efficient in land use. When intercropping castor bean with maize, efficient land-use is only seen for the largest populations of the oilseed. Intercropping the castor bean with the cowpea, the dominant crop is influenced by crop density, whereas maize is more competitive than the castor bean.

**Key words:** *Ricinus communis*. *Vigna unguiculata*. *Zea mays*. Biodiesel.

\* Autor para correspondência

DOI: 10.5935/1806-6690.20160087

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 01/08/2014; aprovado em 15/03/2016

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia/Agronomia, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Projeto financiado pela PETROBRAS e CNPQ

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 805, Fortaleza-CE, Brasil, 60.356-001, eng-francelino@hotmail.com, pitomba@ufc.br, alekdutra@ufc.br, eng-francelino@hotmail.com

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, Brasil, bezerra\_fic@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

O debate sobre a utilização de fontes renováveis de energia é atualmente uma das questões de maior destaque mundial. Pois, além de ser uma fonte alternativa para suprir a demanda energética, cada vez maior, contribui para o desenvolvimento sustentável nas áreas ambiental, social e econômica (LÔBO; FERREIRA; CRUZ, 2009). Nesse sentido Campos (2003) atribui as diversas fontes de energias renováveis do mundo como uma oportunidade econômica aos países pobres e, de sustentabilidade para os países ricos que são os maiores contribuintes da emissão de gás carbônico.

O Brasil foi pioneiro em pesquisas com biodiesel (HOLANDA, 2004), uma fonte renovável de energia e considerada alternativa aos derivados de petróleo (CAMPOS, 2003). Entre as culturas oleaginosas com potencial para a produção de biodiesel, destacam-se: a soja, no Centro-Sul e Centro-Oeste; o babaçu e o dendê, na região Amazônica; e a mamona, nas regiões Semiárida do Nordeste e norte de Minas Gerais (FREITAS; PENTEADO, 2006).

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), pertencente à família Euforbiaceae, é adaptada a diferentes condições climáticas. O óleo extraído de suas sementes é rico em ácido graxo ricinoléico que confere características singulares, tornando a espécie de importância econômica e estratégica para o Brasil (AMORIM NETO *et al.*, 2001). Um dos focos à exploração de culturas com fins energéticos esbarra na produção de alimentos.

A consorciação entre culturas oleaginosas e alimentícias é uma alternativa potencialmente viável para atender a demanda energética, sem comprometer a produção de alimentos. De acordo com Azevedo *et al.* (2007a), a prática agrícola de consórcio entre plantas é muito utilizada nas regiões tropicais como estratégia para mitigar os efeitos da irregularidade do clima. Essa prática agrícola consiste basicamente na exploração simultânea de duas ou mais culturas na mesma área de plantio, ocorrendo intensificação da exploração agrícola no tempo e no espaço.

Entre os aspectos básicos na consorciação entre culturas devem ser consideradas como as mais importantes a escolha das espécies que vão compor o sistema, a escolha do melhor arranjo de plantio e a definição da população de plantas. Estes aspectos são fundamentais para que o sistema de consórcio atinja níveis tecnológicos desejados, garantindo bons rendimentos.

Em meio às culturas agrícolas alimentícias mais cultivadas no Brasil, destacam-se o feijão e o milho. O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma leguminosa, fonte de proteína e elevado valor nutritivo, e considerada uma das principais fontes alimentares das regiões

tropicais e subtropicais, principalmente no nordeste brasileiro, onde representa praticamente metade de todo o feijão produzido (BEZERRA *et al.*, 2014). O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea, é o mais expressivo entre os cereais cultivados no Brasil (CRUZ *et al.*, 2006). Por isso, se faz necessário avaliar a eficiência do consórcio destas culturas alimentícias, feijão ou milho, com a oleaginosa mamoneira (PINTO *et al.*, 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2012), fortalecendo a oferta de alimentos e energia e proporcionando a diversificação de fontes de renda aos agricultores.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência agrônômica e biológica dos consórcios de mamoneira com feijão-caupi ou milho.

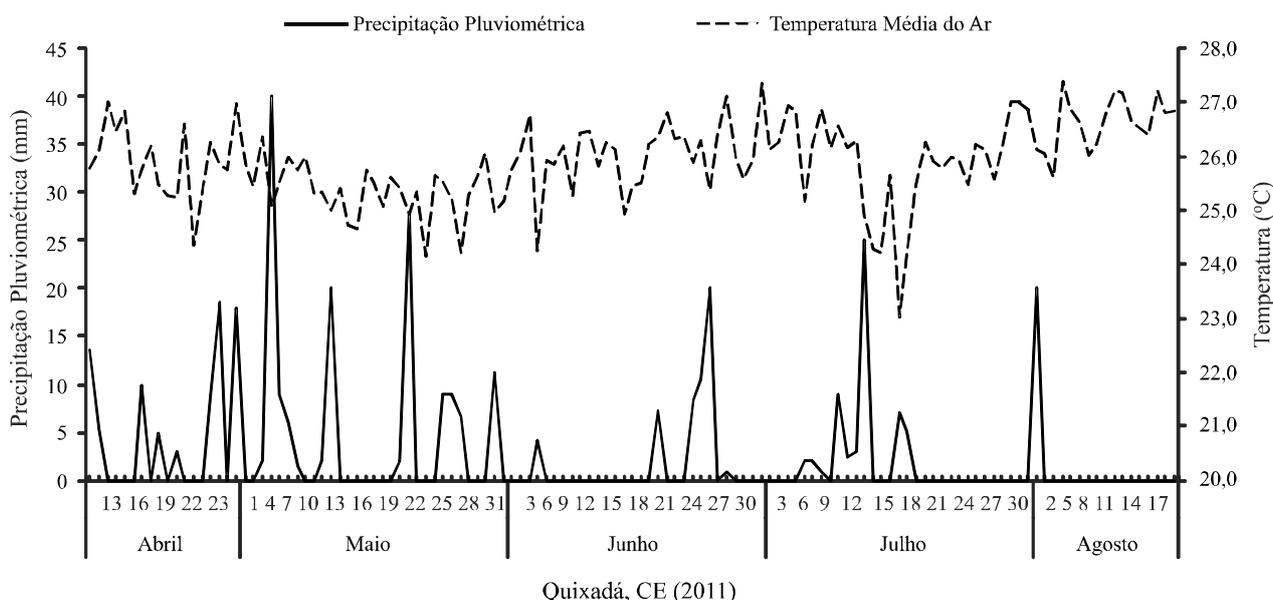
## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no período de abril a agosto de 2011, na Fazenda Experimental Lavoura Seca (FELS), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no município de Quixadá-CE. De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Aw' (AGUIAR *et al.*, 2004), ou seja, clima tropical quente semiárido com chuvas de verão-outono. Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar na área experimental durante a execução da pesquisa podem ser observados na Figura 1.

O cultivo foi realizado em um Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2013) que foi caracterizado quanto à fertilidade na camada de 0-20 cm de profundidade do perfil (Tabela 1). O preparo da área experimental consistiu em duas gradagens. A adubação foi realizada na recomendação de 60:70:60 kg ha<sup>-1</sup>, correspondendo à N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Não foi realizada a prática de calagem, visto que o pH do solo estava na faixa ideal para o cultivo das culturas em questão. Como fonte de fósforo utilizou-se o superfosfato simples e de potássio o cloreto de potássio, sendo aplicados em fundação. A aplicação de nitrogênio, na forma de ureia, foi parcelada, sendo um terço na adubação de fundação e o restante em cobertura aos 25 dias após a semeadura. As plantas daninhas foram controladas através de capinas com auxílio de enxada. Não foram necessárias medidas para controle de pragas.

A pesquisa consistiu em dois experimentos, sendo um com o consórcio entre plantas de mamona e de feijão-caupi (I), e outro com o consórcio entre plantas de mamona e de milho (II), sendo adotado para as populações em monocultivo à recomendada para a cultura na região baseadas em estudos conduzidos por PINTO *et al.* (2011). Foram utilizados os cultivares BRS Energia da mamona,

**Figura 1** - Precipitação pluviométrica (—) e temperatura média do ar (---) na Fazenda Lavoura Experimental Lavoura Seca (FELS) durante a excussão dos experimentos, Quixadá-CE



Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola (DENA), da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza-CE

**Tabela 1** - Resultado das análises químicas (fertilidade) da camada 0-20 cm de profundidade do perfil do Argissolo Vermelho-Amarelo utilizado na pesquisa, Quixadá-CE

Atributos químicos <sup>1</sup>											
pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Na <sup>+</sup>	(H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> )	SB	CTC	P	V	M.O.
(em água)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>			%		
5,6	1,00	0,65	0,16	0,08	0,06	1,49	1,87	3,36	10,0	55,7	0,9

<sup>1</sup>SB - soma de bases trocáveis, SB = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>; CTC – capacidade de troca de cátions, CTC = SB + (H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>); V - saturação por bases, V = (SB/CTC)\*100; M.O. – matéria orgânica

Setentão do feijão-caupi e o híbrido BRS 206 do milho. Os arranjos populacionais entre as plantas para os dois experimentos podem ser observados na Tabela 2.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por uma parcela de 8 metros de comprimento por 4 m de largura. O espaçamento entre as fileiras das plantas da mesma espécie foi de 1 m, com suas respectivas populações obtidas através da variação do número de plantas dentro da fileira (Mamoneira: 1 planta por metro - 10.000 plantas ha e 1 planta em 2 m - 5.000 plantas ha; Milho e feijão-caupi: 2 plantas por metro - 20.000 plantas ha, 4 plantas por metro - 40.000 plantas ha), sendo as linhas da mamoneira e da cultura consorte semeadas de forma alternadas. A área útil da parcela foi constituída pelas duas linhas centrais de cada cultura (mamoneira e feijão ou milho), desprezando-se as plantas

das extremidades, sendo assim o número de plantas na área útil variou de acordo com a densidade usada para ambas as culturas.

As variáveis analisadas foram: produtividade de grãos, estimada em kg ha<sup>-1</sup> e, uso eficiente da terra (UET), calculado segundo Willey (1979), conforme descrito a seguir:

$$UET = \frac{Yab}{Yaa} + \frac{Yba}{Ybb} = UET_a + UET_b \quad (1)$$

sendo: UET = uso eficiente da terra; Yab = rendimento da cultura (a) em consórcio com a cultura (b), em kg ha<sup>-1</sup>; Yaa = rendimento da cultura (a) em monocultivo, em kg ha<sup>-1</sup>; Yba = rendimento da cultura (b) em consórcio com a cultura (a), em kg ha<sup>-1</sup>; Ybb = rendimento da cultura (b) em monocultivo, em kg ha<sup>-1</sup>; UET<sub>a</sub> = uso eficiente de terra parcial da espécie ‘a’, e; UET<sub>b</sub> = uso eficiente de terra parcial da espécie ‘b’.

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

Tratamento	Mamona	Feijão	Tratamento	Mamona	Milho
	plantas ha <sup>-1</sup>			plantas ha <sup>-1</sup>	
Experimento I			Experimento II		
A	-	40.000	A	-	40.000
B	10.000	40.000	B	10.000	40.000
C	5.000	40.000	C	5.000	40.000
D	5.000	20.000	D	5.000	20.000
E	10.000	20.000	E	10.000	20.000
F	10.000	-	F	10.000	-

Fonte: Próprio autor

Os dados de produtividade de cada experimento foram submetidos à análise de variância, sendo o efeito dos tratamentos verificados pelo teste F, admitindo-se um erro de até 5% de probabilidade. As médias foram comparadas pelos seguintes contrastes ortogonais: I - monocultivo *vs.* consórcios (B, C, D, E *vs.* F e; A *vs.* B, C, D, E); II - monocultivo *vs.* consórcio de mesma densidade do monocultivo (B, E *vs.* F e; A *vs.* B, C); III - maior população da mamona *vs.* menor população mamona no consórcio (B, E *vs.* C, D) e; IV - maior população da cultura alimentícia *vs.* menor população da cultura alimentícia no consórcio (B, C *vs.* D, E), utilizado o teste F ( $p \leq 0,05$ ) para se verificar o efeito significativo dos contrastes. Utilizou-se o software SAS® 9.3 (SAS, 2011) para as análises dos dados.

Os valores parciais de UET foram plotados em um plano cartesiano, com os UET parciais da mamoneira alocados no eixo “Y” e os UET parciais das culturas consortes (feijão-caupi ou milho) no eixo “X”. As interpretações foram baseadas nos UET totais representados pelas linhas diagonais que ligam os eixos “Y” e “X”, no índice de competitividade ou dominância (IC) a partir da linha diagonal tracejada e, no requerimento mínimo exigido das culturas consortes (RM) baseado na área limitada pelas linhas cheias perpendiculares ao eixo “Y”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de cultivo afetaram a produtividade da mamoneira, do feijão-caupi e do milho (Tabela 3). Para a cultura da mamoneira observaram-se efeitos tanto do consórcio quanto da densidade populacional da mamoneira, não havendo influência da densidade das alimentícias, conforme as análises de contrastes

contidas na Tabela 3. Nesta tabela também se observa que o rendimento da cultura do feijão-caupi foi afetado, não apenas pelo consórcio com a mamoneira, mas, a redução populacional desta leguminosa em consórcio resultou em diferença de produtividade. Enquanto que para a cultura do milho, a consorciação e a densidade populacional da mamoneira influenciaram o rendimento desta gramínea, não sendo observado efeito da sua densidade no sistema consorciado, como pode ser observado na Tabela 3.

A produtividade da mamoneira em monocultivo foi superior ao cultivo consorciado com o feijão-caupi em 505,47 kg ha<sup>-1</sup>, não se observando diferença desses sistemas de cultivo sob a população de 10.000 plantas por hectare desta oleaginosa (Tabela 4). Em consórcio, observou-se que o rendimento da mamoneira foi reduzido em 580,73 kg ha<sup>-1</sup> ao se reduzir sua densidade populacional, enquanto que a redução da população do feijão-caupi não resultou em variação significativa na produtividade desta oleaginosa. Já o rendimento da mamoneira consorciada com milho foi inferior ao cultivo solteiro, que superou a produtividade em 1.138,28 kg ha<sup>-1</sup> e 952,08 kg ha<sup>-1</sup>, independentemente da população das culturas e sob a população de 10.000 plantas por hectare de mamona, respectivamente (Tabela 4). Também, observou-se decréscimo na produtividade desta oleaginosa de 372,40 kg ha<sup>-1</sup> devido à redução de sua densidade e, a alteração da população da cultura alimentícia não interferiu no rendimento da mamoneira.

Em relação às culturas consortes avaliadas, observou-se que o consórcio reduziu o rendimento do feijão-caupi em 764,06 kg ha<sup>-1</sup> e do milho em 204,02 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 4). Avaliando-se apenas a maior população da cultura alimentícia (40.000 plantas por hectare) no consórcio com mamona também se observou redução nos

**Tabela 3** - Resumo das análises de variância, de contraste (Quadrado médio) e médias para a produtividade das culturas mamona, feijão-caupi e milho em sistemas de cultivo solteiro e consorciado, Quixadá-CE

Fonte de variação	GL	Mamona		Feijão-caupi	Milho
		Experimento I	Experimento II	Experimento I	Experimento II
Bloco	3	66.123,55	76.303,24	78.049,96	24.541,67
Tratamento <sup>1</sup>	(4)	578.572,92*	1.190.994,79**	720.594,07**	84.641,90**
Resíduo	12	64.128,47	107.851,27	61.948,24	10.474,38
Contraste <sup>2</sup>					
Contraste I	1	817.595,70**	4.146.189,45**	1.868.132,83**	133.194,52**
Contraste II	1	123.386,14 <sup>ns</sup>	2.417.233,79**	733.750,53**	74.736,93*
Contraste III	1	1.348.985,46**	554.714,63*	421,72 <sup>ns</sup>	183.673,47**
Contraste IV	1	118.881,29 <sup>ns</sup>	42.110,46 <sup>ns</sup>	917.832,43**	21.441,33 <sup>ns</sup>
Médias (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup>					
A - 0-40.000		-	-	3.154,14	923,14
B - 10.000-40.000		1.443,75	438,54	2.715,18	653,57
C - 5.000-40.000		947,92	138,54	2.550,00	875,89
D - 5.000-20.000		1.035,42	168,75	2.225,89	794,64
E - 10.000-20.000		1.701,04	613,54	2.081,25	588,39
F - 10.000-0		1.787,50	1.478,13	-	-

<sup>1-ns</sup>, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>2</sup>Contraste I - monocultivo vs. consórcio; Contraste II - monocultivo vs. consórcio na mesma população do monocultivo; Contraste III - maior população da mamona vs. menor população mamona no consórcio e; Contraste IV - maior população da cultura alimentícia vs. menor população da cultura alimentícia no consórcio. <sup>3</sup>Médias dos arranjos populacionais, mamona-consorte em plantas por hectare, respectivamente. Fonte: Próprio autor

**Tabela 4** - Estimativas da média ± desvio padrão dos contrastes para a produtividade das culturas mamona, feijão-caupi e milho em sistemas de cultivo solteiro e consorciado, Quixadá-CE

Contrastes	Mamona		Feijão-caupi	Milho
	Mam. x Feijão	Mam. x Milho	Mam. x Feijão	Mam. x Milho
I	505,47 ± 141,56	1.138,28 ± 183,59	764,06 ± 139,14	204,02 ± 57,21
II	215,10 ± 155,07	952,08 ± 201,11	524,55 ± 152,42	167,41 ± 62,67
III	580,73 ± 126,62	372,40 ± 164,21	10,27 ± 124,45	-214,29 ± 51,17
IV	-172,40 ± 126,62	-102,60 ± 164,21	479,02 ± 124,45	73,21 ± 51,17

<sup>1</sup>Contraste I - monocultivo vs. consórcio; Contraste II - monocultivo vs. consórcio na mesma população do monocultivo; Contraste III - maior população da mamona vs. menor população mamona no consórcio e; Contraste IV - maior população da cultura alimentícia vs. menor população da cultura alimentícia no consórcio. Fonte: Próprio autor

rendimentos do feijão-caupi e do milho em 525 kg ha<sup>-1</sup> e 167 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Na Tabela 4 também pode-se observar que a redução da mamoneira no consórcio não afetou o rendimento do feijão-caupi, enquanto que para o milho a redução desta oleaginosa favoreceu o rendimento desta gramínea em 214,28 kg ha<sup>-1</sup>. A redução da população do feijão-caupi no consórcio com mamoneira reduziu o rendimento deste cereal em 479,02 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 4).

Avaliando os rendimentos dos consórcios mamoneira com feijão-caupi ou milho, Azevedo *et al.* (2007a), observaram que o aumento da densidade desta oleaginosa resultou em ganho de produtividade, mas decresce com o aumento da cultura consorte. Estes autores também observaram que as produtividades das culturas consortes, no consórcio, aumentaram com o incremento de suas populações. Em geral, a

relação entre densidade populacional e a produtividade das culturas é direta. Mas existem culturas que possuem elevada plasticidade fenotípica, alteram seus componentes de produção em função do arranjo espacial sem modificarem a produtividade (MAUAD *et al.*, 2010), podendo esta característica variar entre cultivares de uma mesma espécie. Com a cultura da mamoneira cultivar BRS Energia não foi encontrado efeito da densidade populacional sobre a produtividade (SILVA *et al.*, 2009); para BRS Nordestina os menores espaçamentos implicaram em maior produtividade (SEVERINO *et al.*, 2006) e para FCA-PB o aumento da densidade e a redução do espaçamento proporcionaram aumento no rendimento (SORATTO *et al.*, 2011). A cultura do feijão-caupi (BEZERRA *et al.*, 2008; CARDOSO; RIBEIRO, 2006) e do milho (BRACHTVOGEL *et al.*, 2009; PINHO *et al.*, 2008) também são sensíveis a variações no arranjo espacial.

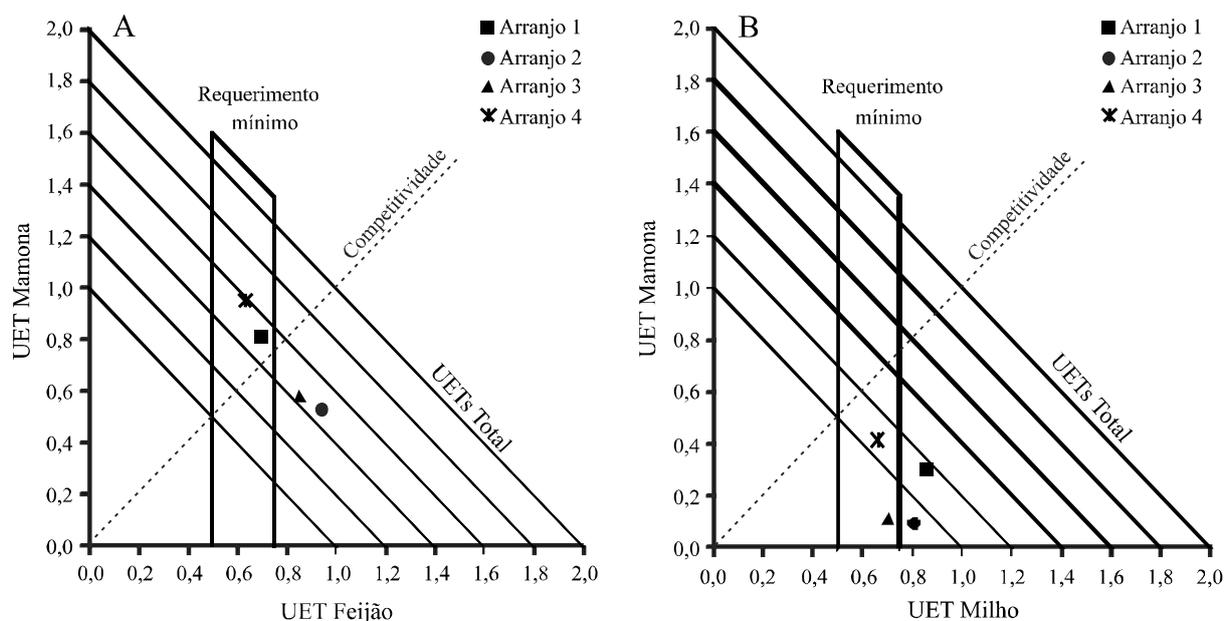
Em geral, a produtividade das culturas é reduzida quando cultivada em consórcio. Como observado para a mamoneira consorciada com gergelim, algodão, milho, feijão-caupi (PINTO *et al.*, 2011), amendoim (BELTRÃO *et al.*, 2010) ou sorgo (CORRÊA; TÁVORA, PITOMBEIRA, 2006), sendo os rendimentos dessas culturas no consórcio inferior ao obtido em cultivo solteiro. Por isso, além de se medir o rendimento, deve-se avaliar outros índices que auxiliem na escolha do melhor

arranjo no consórcio, pois o consórcio agrega vantagens ambientais, sociais e econômicas à agricultura.

Os índices, uso eficiente da terra (UET), de competitividade ou dominância (IC) e requerimento mínimo exigido (RM) para as culturas alimentícias do feijão-caupi (Figura 2A) ou milho (Figura 2B), consorciada com mamoneira podem auxiliar na escolha do sistema de cultivo e no arranjo das culturas. Todos os arranjos entre plantas de mamona e feijão-caupi possuíram vantagem biológica em relação aos cultivos solteiros, pois os totais de uso eficiente da terra foram superiores a um (Figura 2A), com eficiências de 51; 47; 43 e 58% para os arranjos 1; 2; 3 e 4, respectivamente, sendo os sistemas com maior densidade populacional da mamoneira os mais eficientes. Em relação à competitividade, observou-se que a mamoneira foi a cultura dominante nos arranjos 1 e 4, além de atenderem o requerimento mínimo exigido para a cultura consorte. Nos arranjos 2 e 3 o feijão-caupi mostrou-se mais competitivo que a mamoneira e, estas combinações, ultrapassam o requerimento mínimo da cultura consorte.

Resultados semelhantes foram observados por Azevedo *et al.* (2007a), que obtiveram eficiência no uso da terra satisfatório, superior a um, no consórcio entre mamoneira e feijão-caupi e, com os maiores índices obtidos com as maiores populações da oleaginosa.

**Figura 2** - Uso eficiência da terra (UET), competitividade (IC) e requerimento mínimo (RM) da espécie alimentícia nos consórcios entre plantas de mamona e de feijão-caupi (A) ou milho (B), nos arranjos populacionais de 10.000:40.000 (■), 5.000:40.000 (●), 5.000:20.000 (▲) e 10.000:20.000 (✕) plantas ha<sup>-1</sup>, correspondendo as respectivas culturas mamona e alimentícia (feijão-caupi ou milho)



Fonte: Próprio autor

Corrêa, Távora e Pitombeira (2006), ao consorciarem cultivares de mamoneira, Nordestina e Paraguaçu, com feijão-caupi, também obtiveram eficiência no uso da terra. Eficiência encontrada também com o consórcio de mamoneira com feijão comum (TEIXEIRA *et al.*, 2012). Essas consorciações foram mais eficientes devido, provavelmente, à melhor utilização dos recursos ambientais, ocasionado pelas diferenças nos ciclos e taxas crescimentos, arquitetura radicular e da parte aérea e exigências nutricionais e ambientais distintas. Um dos fatores que proporcionaram variações no uso eficiente da terra foram as alterações das populações de mamoneira e feijão-caupi, resultante da competição existente entre as culturas (Figura 2A). Em geral, esta alimentícia é mais agressiva que a mamoneira (PINTO *et al.*, 2011), sendo a densidade das culturas decisiva no índice de competitividade (AZEVEDO *et al.*, 2007a).

Nos consórcios entre plantas de mamona e milho (Figura 2B) apenas os arranjos com maior densidade desta oleaginosa foram eficientes no uso da terra, com superioridade aos monocultivos em 16% (arranjo 1) e 7% (arranjo 4). Também pode-se observar que, independentemente do arranjo, a cultura do milho foi mais competitiva que a mamona e que o requerimento mínimo exigido para a cultura consorte foi atendido nos arranjos 3 e 4, e excedidas nos arranjos 1 e 2.

Os consórcios entre plantas de mamona e de milho são vantajosos no uso eficiente da terra (PINTO *et al.*, 2011), sendo a densidade da mamoneira (AZEVEDO *et al.*, 2001) e os arranjos entre as culturas (AZEVEDO *et al.*, 2007a, b) categóricos sobre este índice. Quanto a competitividade, Azevedo *et al.* (2001) observaram que plantas de milho são mais competitivas que mamoneiras, sendo a agressividade desta gramínea potencializada com aumento de sua população.

## CONCLUSÕES

1. A produtividade da mamoneira é reduzida quando consorciada com feijão-caupi ou milho;
2. Os consórcios entre a mamoneira e o feijão-caupi, independentemente das populações, são eficientes no uso da terra;
3. A eficiência no uso da terra nos consórcios entre mamoneira e milho é obtida em maiores populações desta oleaginosa;
4. No consórcio entre mamoneira e feijão-caupi a cultura dominante é influenciada pela densidade das culturas;
5. Em sistemas de cultivo consorciado a cultura do milho é mais competitiva que a mamoneira.

## AGRADECIMENTO

À PETROBRAS (Petróleo Brasileiro S.A) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. de J. N. *et al.* Dados climatológicos: estação de Quixadá, 2003. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2004. 15 p. (Documentos, 88).
- AMORIM NETO, M. S. *et al.* (Ed.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 3, p. 63-76.
- AZEVEDO, D. M. P. de *et al.* Arranjos de fileiras no consórcio mamoneira com milho no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, n. 2, p. 97-105, 2007b.
- AZEVEDO, D. M. P. de *et al.* Efeito de população de plantas no consórcio mamoneira/milho: II - Eficiência agrônômica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, n. 1, p. 255-265, 2001.
- AZEVEDO, D. M. P. de *et al.* Rendimento e eficiência agrônômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, n. 3, p. 145-162. 2007a.
- BELTRÃO, N. E. de M. *et al.* Consórcio mamona e amendoim: opção para a agricultura familiar. **Revista Verde**, v. 5, n. 4, p. 222-227, 2010.
- BEZERRA, A. A. de C. *et al.* Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 85-93, 2008.
- BEZERRA, M. A. F. *et al.* Cultivo de feijão-caupi em Latossolos sob o efeito residual da adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 109-115, 2014.
- BRACHTVOGEL, E. L. *et al.* Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2334-2339, 2009.
- CAMPOS, I. Biodiesel ou biomassa: duas fontes para o Brasil. **Revista ECO 21**, edição 80, Julho de 2003. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=526>> Acesso em: 27 maio 2014.
- CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agrônômico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamentos entre linhas e densidades de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 1, p. 102-105, 2006.
- CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 2, p. 200-207, 2006.

- CRUZ, J. C. *et al.* Manejo da cultura do milho. Sete Lagoas: **EMBRAPA**, 2006. 12 p. (Circular Técnica, 87).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília, 2013. 353 p.
- FREITAS, C.; PENTEADO, M. **Biodiesel**: energia do futuro. São Paulo: Letra Boreal, 2006. 146 p.
- HOLANDA, A. O biodiesel e a inclusão social. **Revista ECO 21**, edição 90, maio de 2004. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=787>> Acesso em: 27 maio 2014.
- LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S. da. Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Química Nova**, v. 32, n. 6, 1596-1608, 2009.
- MAUAD, M. *et al.* Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.
- PINHO, R. G. V. *et al.* Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio direto na região sudeste do Tocantins. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 733-739, 2008.
- PINTO, C. de M. *et al.* Produtividade e índices competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.
- SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis Systems User's Guide**: statistics. Version 9.3 Cary, NC: SAS Institute Inc., 2011. 8621 p.
- SEVERINO, L. S. *et al.* Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 50-54, 2006.
- SILVA, S. M. S. E. *et al.* Dotações hídricas em densidades de plantas na cultura da mamoneira cv. BRS Energia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 338-348, 2009.
- SORATTO, R. P. *et al.* Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 245-253, 2011.
- TEIXEIRA, I. R. *et al.* Arranjos de plantas do feijoeiro-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 85-91, 2012.
- WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantage. **Field Crop Abstracts**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.