

# MAMONA E GIRASSOL NO SISTEMA DE CONSORCIAÇÃO EM ARRANJO DE FILEIRAS: EFICIÊNCIA BIOLÓGICA<sup>1\*</sup>

Ciro de Miranda Pinto<sup>2\*</sup>, Olienaiide Ribeiro de Oliveira Pinto<sup>3</sup>, João Bosco Pitombeira<sup>4\*</sup>

**RESUMO** – Um ensaio de campo foi conduzido nos anos agrícolas de 2008, 2009 e 2010, com o objetivo de avaliar os efeitos dos arranjos de plantio da mamona (*Ricinus communis* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.) nos sistemas consorciados na eficiência biológica entre as plantas. O delineamento utilizado no experimento foi blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos analisados foram representados por fileiras de mamona (Ma) e de girassol (Gi) citados a seguir: 1Ma:1Gi; 1Ma:2Gi; 1Ma:3Gi; 2Ma:2Gi; 2Ma:3Gi e monocultivo de mamona e girassol. A eficiência do sistema de consorciação foi avaliada através do uso eficiente de terra (UET), razão equivalente de área no tempo (REAT), coeficiente equivalente de terra (CET), média entre UET e REAT, índice de produtividade do sistema (IPS) e razão de compensação (RCo). O arranjo de fileira 1Ma: 2Gi indicou a menor redução média de produtividade da mamona e do girassol no período de avaliação do experimento. A mamona foi dominante em relação ao girassol na utilização dos recursos do ambiente.

Palavras-chave: CET, IPS, REAT, *Ricinus communis* L., UET.

## **CASTOR BEAN AND SUNFLOWER INTERCROPPING SYSTEMS IN ROW ARRANGEMENT: BIOLOGICAL EFFICIENCY**

**ABSTRACT** – An experiment field was carried in the agricultural seasons 2008, 2009 and 2010, with aim of studying the response of castorbean (*Ricinus communis* L.) intercropping with sunflower (*Helianthus annuus* L.) in row arrangement in the dryland farming conditions. In addition, it was evaluated the biological efficiency of plants in intercropping systems. The design used in the experiment was randomized block with seven treatment and four replications. The treatments were represented by rows of castor oil (Ma) and sunflower (Gi) listed below: 1Ma:1Gi; 1Ma:2Gi; 1Ma:3Gi; 2Ma:2Gi; 2Ma:3Gi; castor and sunflower in the monoculture. The efficiency of intercropping was measured by LER, ATER, LEC, average between LER and ATER, SPI and CoR. The grain yield of castor bean and sunflower were reduced in intercropped row arrangements. The row arrangement 1Ma:2Gi showed the smallest reduction of average productivity of castor beans and sunflower in the evaluation period of the experiment. The castor bean was the dominant crop in relation to sunflower.

Keywords: ATER, LEC, LER, *Ricinus communis* L., SPI.

---

<sup>1</sup> Retirado dos dados da Tese de Doutorado do primeiro autor. Projeto Financiado pela CAPES.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia/Fitotecnia/Universidade Federal do Ceará, ciroagron@gmail.com (endereço de correspondência), CCA/UFC, Caixa Postal 12.168, Campus do Pici, CEP: 60455-970, Fortaleza-Ceará.

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia/Fitotecnia/Universidade Federal do Ceará.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Prof. do Dep. de Fitotecnia/Universidade Federal do Ceará.



## 1. INTRODUÇÃO

A mamoneira é originária da África e, muito provavelmente, da Abissínia. Essa planta apresenta ampla distribuição geográfica, sendo encontrada em estado subespontâneo, ou cultivado, em quase todas as zonas tropicais e subtropicais do mundo (Krug & Mendes, 1942). Brasil, Paraguai, China e Índia são os maiores produtores de mamona do mundo em escala crescente. A produção de grãos de mamona mundial e no Brasil na safra 2009 foi respectivamente de 1.499.111 e 90.384 t. A produtividade da mamoneira no mundo e no Brasil em 2009 foi da ordem de 1.172 e 567,7 kg ha<sup>-1</sup> (Faostat, 2009).

A consorciação de culturas consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa área agrícola, tendo a dimensão espacial e temporal de convivência entre as plantas cultivadas. A escolha da configuração de fileiras e população de plantas adequadas 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. A configuração de fileiras, conhecida por arranjo espacial no sistema de consorciação, consiste em delinear a melhor distribuição das plantas no campo de produção de culturas associadas de modo que ocorra menor competição intra e interespecífica pelos recursos do ambiente, dentre eles, água, nutrientes e luz.

No Brasil, as pesquisas envolvendo mamona e girassol, em sistemas consorciados em arranjo de fileira, são raras. Os sistemas consorciados em diferentes arranjos de fileiras foram estudados nos agroecossistemas de mamona + milho (Azevedo et al., 2007a), mamona + amendoim, mamona + grão de bico, mamona + “guar ou clusterbean” (*Cyamopsis tetragonoloba*) e mamona + capim-pé-de-galinha (Kumar et al., 2010), milho + caupi (Yilmaz et al., 2008), milheto + guandu (Arokiaraj & Kannappan, 1995), amendoim + milho doce (Bhagat et al., 2006), algodão herbáceo + caupi + sorgo (Bezerra Neto et al., 2001), milho + guandu (Lingaraju et al., 2008) e sorgo + feijão caupi (Mohammed et al., 2009).

O cultivo da mamona consorciada com outras espécies cultivadas tem-se mostrado vantajoso em relação ao monocultivo. Os resultados comprovando tal afirmação foram reportados em sistemas mamona + gergelim (Beltrão et al., 2010a), mamona + amendoim (Beltrão et al., 2010b), mamona consorciada com feijão mungo, feijão mungo-

verde, caupi, soja e gergelim (Thanunathan et al., 2008), mamona + milho (Azevedo et al., 2007a), mamona + sorgo e mamona + caupi (Corrêa et al., 2006) e mamona + sorgo, mamona + gergelim e mamona + feijão caupi (Távora et al., 1988).

Diante da importância capital de se avaliar a eficiência biológica das plantas nos sistemas de cultivo consorciado, diversos índices foram desenvolvidos, sendo amplamente estudados. A análise da eficiência biológica do sistema consorciado em relação ao monocultivo é mensurada pelo uso eficiente de terra, UET (Willey & Osiru, 1972; Mead & Willey, 1980), razão equivalente de área no tempo, REAT (Hiebsch, 1978), média aritmética do UET e REAT (Mason et al., 1986), índice de produtividade do sistema, IPS (Odo, 1991), razão de compensação, RC<sub>o</sub> (Ntare & Williams, 1992) e coeficiente equivalente de terra, CET (Adetiloye et al., 1983).

Em função do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o manejo cultural da mamona consorciada com girassol, em arranjo de fileira, e seus reflexos na produtividade da cultura principal e consorte, pelo emprego de índices de mensuração da eficiência biológica das plantas associadas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida nos anos agrícolas de 2008, 2009 e 2010, na Fazenda Lavoura Seca, localizada no município de Quixadá-Ce, 4°59'S latitude, 39°01'W longitude Greenwich e altitude de 190 m acima do nível do mar. O clima do município de Quixadá conforme Köppen é semiárido do tipo BsH, quente e seco. A precipitação pluvial média é 873,3 mm, temperatura média anual de 26,7°C e umidade relativa do ar de 70% (Brasil, 1973).

As características do solo da área experimental colhido numa profundidade de 0-20 cm são descritos na Tabela 1.

A adubação foi procedida conforme as recomendações da análise de fertilidade do solo tendo como base a cultura principal que foi a mamona. Os fertilizantes empregados foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio (Tabela 1). Na adubação de fundação usou-se 1/3 da dose recomendada para o nitrogênio, sendo realizada de forma integral para os nutrientes potássio e fósforo. A adubação de cobertura foi realizada aos 30 dias, usando-se 2/3 da dose recomendada para nitrogênio com adição de 2 kg boro ha<sup>-1</sup>.

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental e fórmula de adubação para mamona. Quixadá - CE, 2008, 2009 e 2010

Ano Agrícola	Características Químicas						
	pH em água (1: 2,5)	P <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>
	(mg kg <sup>-1</sup> )						
2008	6,30	5,00	0,20	0,03	0,00	1,70	2,30
2009	5,70	14,00	0,23	0,03	0,10	1,30	0,70
2010	5,70	7,00	0,14	0,05	0,05	1,00	0,80
Ano Agrícola	Adubação Química N:P:K						
2008	60:80:60						
2009	60:60:60						
2010	60:80:60						

Análise realizada no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC.

A precipitação pluvial ocorrida durante a execução do experimento foi da ordem de 594,30; 1.034,80 e 287,80 mm, respectivamente, nos anos de 2008, 2009 e 2010.

Na pesquisa utilizaram-se as cultivares de mamona BRS ENERGIA e de girassol EMBRAPA 122. Os tratamentos avaliados foram: T1- uma fileira de mamona + uma fileira de girassol (1Ma:1Gi), T2- uma fileira de mamona + duas fileiras de girassol (1Ma:2Gi), T3- uma fileira de mamona + três fileiras de girassol (1Ma:3Gi), T4- duas fileiras de mamona + duas fileiras de girassol (2Ma:2Gi), T5- duas fileiras de mamona + três fileiras de girassol (2Ma:3Gi), T6- mamona monocultivo e T7- girassol monocultivo. As parcelas consorciadas em configuração de fileira serão descritas a seguir: no tratamento T1- arranjo de 1:1 onde a mamoneira foi espaçada de 1m do girassol; no tratamento T2- arranjo de 1:2 onde a mamona foi espaçada de 0,7 m do girassol e as entre linhas desse de 0,6 m; no tratamento T3- arranjo de 1:3 onde a mamona foi espaçada de 0,6 m do girassol e as entre linhas desse de 0,4 m; no tratamento T4- arranjo de 2:2 onde a mamona foi espaçada de 1 m na fileira dupla e entre fileira dupla 2 m, e entre as fileiras duplas foram intercaladas duas fileiras de girassol espaçadas 0,6 entre girassol e 0,7 m para mamona e no tratamento T5- arranjo de 2:3 onde a mamona foi espaçada de 1 m na fileira dupla e entre fileira dupla 2 m, entre as fileiras duplas foram intercaladas duas fileiras de girassol espaçadas 0,4 m para girassol e 0,6 m para mamona.

O espaçamento da mamona nas configurações de fileiras 1Ma:1Gi; 1Ma:2Gi e 1Ma:3Gi foi de 2 m x 0,5 m. Nas fileiras duplas 2Ma:2Gi e 2Ma:3Gi foi de 2 m x 1

m x 1 m. Para girassol nas configurações 1Ma:1Gi o espaçamento foi 2 m x 0,24 m; 1Ma:2Gi espaçado de 0,6 x 0,4 x 2 m; 2 Ma:2iG espaçado de 0,6 x 0,4 x 2 m; 1Ma:3Gi espaçado de 0,4 x 0,6 x 2 m e 2 Ma:3Gi espaçado de 0,4 x 0,6 x 2 m. O monocultivo teve suas parcelas constituídas por 6 fileiras de 8 m no espaçamento: mamona 1m x 1 m, enquanto o girassol teve 6 fileiras de 8 m no espaçamento de 0,8 m x 0,3 m. Os sistemas de consórcio em arranjo de fileira e monocultivo tiveram comprimento de linha de plantio de 8 m. A coleta do material para o estudo da produção vegetal foi representada pelas duas fileiras centrais de cada parcela, em cada cultura, eliminando-se 1 m de cada extremidade das fileiras. O solo foi preparado dois dias antes do plantio, com duas arações. A mamona e o girassol foram plantados em covas com 3 a 5 cm de profundidade, e 5 sementes cova<sup>-1</sup>.

As datas do plantio, adubação inicial, desbaste de plantas, adubação de cobertura e colheita constam na Tabela 2. A adubação de cobertura não foi realizada no ano de 2010 em virtude da baixa umidade do solo na área experimental (Tabela 2).

O manejo das plantas daninhas ocorrentes na área experimental foi realizado por meio de três capinas manuais. Não foi necessário realizar aplicação de agroquímico para controle de “pragas”.

O sistema de consorciação foi avaliado mediante a eficiência biológica entre as plantas associadas. A eficiência biológica no sistema de consorciação foi avaliada mediante o Uso Eficiente de Terra (UET), Razão Equivalente de Área no Tempo (REAT), Média Aritmética entre UET e REAT, Coeficiente Equivalente



de Terra (CET), Índice de Produtividade do Sistema (IPS) e a Razão de Compensação (RCo).

O Uso Eficiente de Terra (UET) foi obtido conforme a fórmula expressa na equação 1 (Willey & Osiru, 1972; Mead & Willey, 1980).

$$UET = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} = UET_a + UET_b \quad (1)$$

Onde  $Y_{ab}$  e  $Y_{ba}$  representam a produtividade das culturas 'a' e 'b' em consórcio,  $Y_{aa}$  e  $Y_{bb}$  equivalem à produtividade do monocultivo. O  $UET_a$  e o  $UET_b$  representam o uso eficiente de terra parcial da espécie 'a' e da espécie 'b'. Se  $UET > 1$ , então ocorre vantagem produtiva, se  $UET = 1$  não ocorre vantagem produtiva, se  $UET < 1$ , então ocorre desvantagem produtiva.

A Razão Equivalente de Área no Tempo (REAT) foi obtida conforme metodologia proposta por Hiebsch (1978), expressa na equação 2.

$$REAT = \frac{UET_a * t_a}{T_{ab}} + \frac{UET_b * t_b}{T_{ab}} = REAT_a + REAT_b \quad (2)$$

Onde  $t_a$  representa o número de dias do plantio até a colheita da espécie 'a' e  $t_b$  representa o número de dias do plantio até a colheita da espécie 'b'.  $REAT_a$  e  $REAT_b$  representam o uso eficiente de terra parcial da espécie 'a' e da espécie 'b'.  $T_{ab}$  representa o tempo total do sistema de consorciação entre a espécie 'a'

e 'b'. Se  $REAT > 1$ , então ocorre vantagem produtiva, se  $REAT = 1$  não ocorre vantagem produtiva, e se  $REAT < 1$ , então ocorre desvantagem produtiva.

A média aritmética entre UET e REAT foi proposta por Mason et al. (1986). Esses autores afirmaram que o UET sobrestima e o REAT subestima os recursos do terreno, sugerindo-se o cálculo da média aritmética dos dois índices para a obtenção de um valor mais criterioso. Esse índice foi expresso na equação 3.

$$\frac{UET + REAT}{2} = \frac{UET_a + REAT_a}{2} + \frac{UET_b + REAT_b}{2} \quad (3)$$

O Coeficiente Equivalente de Terra (CET) proposto por Adetiloye et al. (1983), expresso na equação 4.

$$CET = UET_a * UET_b \quad (4)$$

Onde,  $UET_a$  e  $UET_b$  representam o uso eficiente de terra parcial da espécie 'a' e da espécie 'b'. O  $CET > 0,25$  indica vantagem produtiva ou complementariedade competitiva na produtividade do sistema de consorciação. O  $CET < 0,25$  sugere que a mistura não teve complementariedade competitiva. O CET é usado para distinguir a produtividade de misturas com contribuições distintas do consórcio, mas com mesmo valor de UET na mistura. Esse índice avalia a interação interespecífica.

O índice de produtividade do sistema (IPS) foi obtido conforme metodologia proposta por Odo (1991), sendo expresso pela equação 5.

Tabela 2 - Datas de plantio, adubação inicial, desbaste de plantas, adubação de cobertura e colheita das culturas da mamona e girassol. Quixadá - CE, 2008, 2009 e 2010

Culturas	Anos agrícolas		
	2008	2009	2010
		Plantio e adubação inicial	
Mamona	28/03	05/03	15/04
Girassol	28/03	05/03	15/04
		Desbaste de plântulas	
Mamona	09/04	17/03	28/04
Girassol	09/04	17/03	28/04
		Adubação de cobertura	
Mamona	30/04	07/04	-
Girassol	30/04	07/04	-
		Colheita	
Mamona	06/08	14/07	26/08
Girassol	16/07	23/06	28/07

$$IPS = \left( \frac{Y_{aa}}{Y_{bb}} \right) * Y_{ba} + Y_{aa} \quad (5)$$

Onde  $Y_{ab}$  e  $Y_{ba}$  representam a produtividade das culturas 'a' e 'b' em consórcio,  $Y_{aa}$  e  $Y_{bb}$  equivalem à produtividade do monocultivo. A principal vantagem do IPS é que esse índice uniformiza a produtividade da cultura secundária ou consorte em termos da cultura principal ou base. Esse índice também identifica a combinação que utiliza os recursos de crescimento de forma mais efetiva e caracteriza a performance de estabilidade produtiva.

O efeito competitivo da espécie 'a' na espécie 'b' foi calculado como razão de compensação (RC<sub>o</sub>), conforme metodologia proposta por Ntare & Williams (1992), sendo expresso pela equação 6.

$$RC_o = \left( \frac{Y_{ab}}{Y_{bb} - Y_{ba}} \right) \quad (6)$$

Onde  $Y_{ab}$  e  $Y_{ba}$  representam a produtividade das culturas 'a' e 'b' em consórcio,  $Y_{bb}$  é produtividade do monocultivo da cultura 'b'. Assim um resultado superior da unidade indica que o efeito competitivo da espécie 'a' na espécie 'b' foi balanceado pelo ganho substancial na espécie 'a'. Enquanto o valor unitário sugere substituição da espécie 'a' para 'b'.

O delineamento estatístico adotado foi blocos ao acaso com 7 tratamentos e 4 repetições, perfazendo 28 unidades experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância, e, quando detectada ou não a significância pelo teste F a 1% ou 5% de probabilidade, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para tanto, usou-se o ASSISTAT 7,5 beta, Sistema de Análise Estatística da UFCG (Silva & Azevedo, 2009).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Produtividade da mamona e girassol

As médias de produtividade de grãos da mamona mostraram diferenças pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) nos anos de 2008 e 2010 (Tabela 3). A competição interespecífica com o girassol (consorte) reduziu a produtividade de grãos da mamona (cultura principal)

em 2008, 2009 e 2010 nos tratamentos consorciados (1Ma:1Gi; 1Ma:2Gi; 1Ma:3Gi; 2Ma:2Gi e 2Ma:3Gi) em relação ao monocultivo, tendo variação percentual na seguinte ordem: 47,01%, 31,58% e 58,34%, respectivamente (Tabela 3). A competição interespecífica é inevitável quando são cultivadas duas culturas juntas (Vandermeer, 1992).

Reduções na produtividade de grãos da mamoneira foram constatadas nos tratamentos consorciados em arranjo de fileira, quando comparados com seus monocultivos nos anos de 2008 e 2010 (Tabela 3). Resultados que suportam os dados do sistema de consorciação da mamona com girassol, no que concerne a redução da produtividade da cultura principal em relação à consorte foram relatadas por pesquisadores, dentre eles, Távora et al. (1988), Corrêa et al. (2006), Azevedo et al. (2007a,b), Thanunathan et al. (2008), Beltrão et al. (2010 a, b) e Kumar et al. (2010).

Com relação ao teste de segregação de médias pelo teste de Tukey para os anos agrícolas de 2008, 2009 e 2010 (Tabela 3) foram constatadas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos consorciados em relação ao monocultivo do girassol ( $P < 0,05$ ), caracterizando um possível efeito da competição entre plantas pelos fatores de produção, água, nutrientes e luz.

Ocorreram reduções na produtividade de grãos do girassol cultivado em arranjo de fileira consorciado com a mamona (Tabela 3) de 37,87% em 2008, de 47,13% em 2009 e 56,04% em 2010. Respostas de mesma natureza para rendimento do girassol em sistemas consorciados com outras culturas foram constatadas por Lopez et al. (2001), Saleem et al. (2003), Bayu et al. (2007), Rosales et al. (2008), Rosales & Mora (2009) e Shanthly et al. (2009).

#### Eficiência biológica no sistema de consorciação

##### Uso eficiente de terra (UET)

Na Tabela 4, encontram-se os valores parciais (UET<sub>a</sub> e UET<sub>b</sub>) e totais de UET para os anos de 2008, 2009 e 2010. A avaliação biológica do sistema de consorciação foi estudada através do UET, que teve vantagem produtiva em todos os arranjos de fileira nos anos agrícolas de 2008 e 2009, comparados com seus monocultivos (Tabela 4). No ano de 2010, apenas o tratamento 1Ma:2Gi teve vantagem em relação a seus monocultivos (Tabela 4).



Tabela 3 - Médias da produtividade de grãos da mamona e girassol consorciados e nos cultivos isolados em arranjo de fileiras no regime de sequeiro. Quixadá – CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	Produtividade da Mamona (kg ha <sup>-1</sup> )			**Percentual de redução (%)		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
1Ma:1Gi***	1.001,56 ab*	678,12 a	105,72 bc	31,85	41,69	56,62
1Ma: 2Gi	694,27 b	978,12 a	142,18 b	46,23	15,89	41,66
1Ma:3Gi	707,81 b	685,41 a	77,08 c	47,15	41,06	68,37
2Ma:2 Gi	748,26 b	896,52 a	96,87 c	49,90	22,92	60,25
2Ma:3 Gi	603,12 b	739,93 a	85,76 c	58,96	36,37	64,81
Monocultivo	1.469,79 a	1163,02 a	243,75 a	100	100	100
Média geral	870,80	856,85	125,23	-	-	-
DMS	492,75	537,08	37,69	-	-	-
CV(%)	24,65	27,31	13,11	-	-	-

  

Tratamentos	Produtividade do Girassol (kg ha <sup>-1</sup> )			**Percentual de redução (%)		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
1Ma:1Gi	760,93 d	177,60 bc	273,95 bc	48,72	55,05	57,28
1Ma:2Gi	1.054,68 b	233,85 bc	328,12 bc	29,01	40,82	48,83
1Ma:3Gi	1.043,22 b	323,95 ab	364,58 b	29,79	18,02	56,85
2Ma:2Gi	680,20 d	174,65 bc	246,52 c	54,22	55,80	61,55
2Ma:3Gi	956,59 bc	134,37 c	284,02 bc	35,62	65,99	55,70
Monocultivo	1.485,67 a	395,18 a	641,27 a	100	100	100
Média geral	996,88	239,93	356,41	-	-	-
DMS	208,85	159,79	92,82	-	-	-
CV(%)	9,12	29,01	11,34	-	-	-

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\* Percentual de redução em relação ao sistema de monocultivo para produtividade de semente da mamona ou do girassol.

\*\*\* 1Ma:1Gi significa uma fileira de mamona para uma fileira de girassol.

Tabela 4 - Uso eficiente de terra (UET) do sistema de consorciação entre a mamona e o girassol em arranjo de fileira no regime de sequeiro. Quixadá – CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008			2009		
	UET <sub>a</sub> *	UET <sub>b</sub> **	UET	UET <sub>a</sub>	UET <sub>b</sub>	UET
1Ma:1Gi	0,69	0,52	1,20	0,58	0,44	1,02
1Ma:2Gi	0,48	0,71	1,19	0,83	0,59	1,42
1Ma:3Gi	0,50	0,71	1,21	0,59	0,84	1,43
2Ma:2Gi	0,52	0,52	1,04	0,81	0,68	1,49
2Ma:3Gi	0,42	0,65	1,08	0,61	0,46	1,06

  

Tratamentos	2010			Combinado		
	UET <sub>a</sub>	UET <sub>b</sub>	UET	UET <sub>a</sub>	UET <sub>b</sub>	UET
1Ma:1Gi	0,43	0,43	0,86	0,57	0,46	1,03
1Ma:2Gi	0,58	0,52	1,10	0,63	0,61	1,24
1Ma:3Gi	0,32	0,57	0,89	0,47	0,71	1,18
2Ma:2Gi	0,40	0,44	0,83	0,57	0,55	1,12
2Ma:3Gi	0,36	0,44	0,80	0,46	0,52	0,98

UET<sub>a</sub>\* para a mamona e UET<sub>b</sub>\*\* para o girassol.

Os valores totais de UET nos anos agrícolas de 2008 a 2010 apresentaram variação de 0,80 a 1,49, tendo ganhos de 2 a 49% no consórcio quando confrontados ao sistema de plantio em monocultivo.

Com relação ao valor combinado de 2008 a 2010, apenas o arranjo de 2Ma:3Gi (2 fileiras de mamona: 3 fileiras de girassol) não mostrou vantagem biológica em relação ao monocultivo (Tabela 4). A mamona mostrou-

se como cultura dominada em relação ao girassol, pois o valor parcial de UET da primeira cultura foi inferior ao da segunda cultura no arranjo de fileira 1Ma:3Gi (Tabela 4). Os valores combinados de UET variaram de 0,98 a 1,24, mostrando uma eficiência de 3 a 24% do sistema consorciado em comparação com o monocultivo (Tabela 4).

O uso eficiente de terra foi amplamente estudado por alguns autores que trabalharam com mamona consorciada e constataram ganhos produtivos. Dentre as combinações de sucesso cita-se a mamona + gergelim (Beltrão et al., 2010a), mamona + amendoim (Beltrão et al., 2010b), mamona + amendoim, mamona + grão de bico, mamona + “guar ou clusterbean” (*Cyamopsis tetragonoloba*) e mamona + capim-pé-de-galinha (Kumar et al., 2010), mamona consorciada com feijão mungo, feijão mungo-verde, caupi, soja e gergelim (Thanunathan et al., 2008), mamona + milho (Azevedo et al., 2007a), mamona + sorgo e mamona + caupi (Corrêa et al., 2006) e mamona + culturas anuais de ciclo curto (Távora et al., 1988).

#### Razão equivalente de área no tempo (REAT)

A razão equivalente de área no tempo (REAT) compara a vantagem produtiva do consórcio em relação à cultura solteira de uma forma mais apropriada que UET, o qual não leva em consideração o tempo necessário que plantas empregadas no sistema de consorciação passam no campo até a colheita. A REAT apresentou

valores superiores à unidade nos arranjos de fileira 1Ma:2Gi e 1Ma:3Gi em 2008, 2009 e no valor combinado (Tabela 5), expressando que ocorreu vantagem biológica na utilização da terra e tempo do consórcio da mamona com girassol em arranjos de fileira em relação aos monocultivos da cultura principal (mamona) a seu consorte (girassol). No ano de 2010 não foi constatada vantagem biológica na utilização da terra e tempo em todas as configurações de plantio (Tabela 5).

Valores inferiores à unidade para o REAT foram encontrados por Ebgeet al. (2010) em sistemas consorciados, ao passo que autores como Kumaret al. (2010), Egbe & Kalu (2009), Rahmanet al. (2009) e John & Mini (2005) constataram valores superiores à unidade, revelando que ocorreu eficiência agrícola da terra e tempo para o sistema de consorciação em comparação com seus monocultivos.

#### Média aritmética entre UET+REAT

A média aritmética entre UET+REAT encontra-se na Tabela 6, onde são colocados os valores parciais e totais desse índice nos anos de 2008, 2009 e 2010. De acordo com Mason et al. (1986) o UET sobrestima e o REAT subestima os recursos a eficiência de uso da terra sendo, portanto, mais adequado usar a média entre esses índices. A média entre UET e REAT apresentou valores superiores à unidade em 2008 em todos os tratamentos consorciados, com vantagens em relação ao monocultivo de 3 a 16% (Tabela 6).

Tabela 5 - Razão equivalente de área no tempo (REAT) do sistema de consorciação entre a mamona e o girassol em arranjo de fileira no regime de sequeiro. Quixadá – CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008			2009		
	REAT <sub>a*</sub>	REAT <sub>b**</sub>	REAT	REAT <sub>a*</sub>	REAT <sub>b**</sub>	REAT
1Ma:1Gi	0,69	0,43	1,12	0,58	0,37	0,95
1Ma:2Gi	0,48	0,60	1,08	0,83	0,50	1,33
1Ma:3Gi	0,50	0,60	1,09	0,59	0,71	1,30
2Ma:2Gi	0,52	0,44	0,96	0,81	0,57	1,38
2Ma:3Gi	0,42	0,55	0,97	0,61	0,38	0,99
Tratamentos	2010			Combinado		
	REAT <sub>a*</sub>	REAT <sub>b**</sub>	REAT	REAT <sub>a*</sub>	REAT <sub>b**</sub>	REAT
1Ma:1Gi	0,43	0,34	0,77	0,57	0,41	0,95
1Ma:2Gi	0,58	0,41	0,99	0,63	0,56	1,13
1Ma:3Gi	0,32	0,46	0,77	0,47	0,54	1,05
2Ma:2Gi	0,40	0,34	0,74	0,58	0,47	1,03
2Ma:3Gi	0,36	0,35	0,71	0,46	0,43	0,89

\*REAT<sub>a</sub> para a mamona e \*\*REAT<sub>b</sub> para o girassol.



Tabela 6 - Média aritmética entre UET e REAT do sistema de consorciação entre a mamona e o girassol em arranjo de fileira no regime de sequeiro. Quixadá – CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008			2009		
	$\frac{UET_a + REAT_a}{2}$	$\frac{UET_b + REAT_b}{2}$	UET+REAT	$\frac{UET_a + REAT_a}{2}$	$\frac{UET_b + REAT_b}{2}$	UET + REAT
	2	2	2	2	2	2
1Ma:1Gi	0,69	0,47	1,16	0,58	0,40	0,99
1Ma:2Gi	0,48	0,66	1,14	0,83	0,54	1,37
1Ma:3Gi	0,50	0,65	1,15	0,59	0,78	1,37
2Ma:2Gi	0,52	0,48	1,00	0,81	0,62	1,43
2Ma:3Gi	0,42	0,60	1,03	0,61	0,42	1,03

  

Tratamentos	2010			Combinado		
	$\frac{UET_a + REAT_a}{2}$	$\frac{UET_b + REAT_b}{2}$	UET+REAT	$\frac{UET_a + REAT_a}{2}$	$\frac{UET_b + REAT_b}{2}$	UET + REAT
	2	2	2	2	2	2
1Ma:1Gi	0,43	0,38	0,82	0,57	0,42	0,99
1Ma:2Gi	0,58	0,46	1,05	0,63	0,55	1,19
1Ma:3Gi	0,32	0,52	0,83	0,47	0,65	1,12
2Ma:2Gi	0,40	0,38	0,78	0,58	0,49	1,07
2Ma:3Gi	0,36	0,40	0,76	0,46	0,47	0,94

$UET_a + REAT_a / 2$  para a mamona e  $UET_b + REAT_b / 2$  para o girassol.

No ano de 2009 as configurações de fileiras 1Ma:2Gi; 1Ma:3Gi; 2Ma:2Gi e 2Ma:3Gi apresentaram valores superiores à unidade, tendo variação de 3 e 43% de vantagem dos cultivos consorciados em comparação com seus monocultivos. Mason et al. (1986), trabalhando com consórcio mandioca + feijão caupi e mandioca + amendoim, observaram valores acima da unidade, com eficiência produtiva no uso da terra de 15 a 35% para a média entre UET e REAT. Jana et al. (2000) constataram vantagem produtiva de 4 a 19% dos cultivos consorciados em relação a seus monocultivos para o milho doce + feijão comum.

Em 2010, ocorreram restrições hídricas durante as fenofases de crescimento e desenvolvimento das plantas de mamona e girassol, proporcionando reduções na média aritmética entre UET+REAT na maioria dos tratamentos, sendo constatada vantagem para sistema de consorciação, apenas na configuração de fileira 1Ma:2Gi (Tabela 6). O valor combinado teve os tratamentos 1Ma:2Gi; 1Ma:3Gi; 2Ma:2Gi como vantajosos nos sistemas consorciados (Tabela 6).

### Coefficiente equivalente de terra (CET)

Os valores de coeficiente equivalente de terra (CET), nos anos de 2008, 2009 e 2010, como também o combinado, encontram-se na Tabela 7. No ano de 2008, segundo o critério de avaliação do CET, todos os arranjos apresentaram vantagem para o sistema de consorciação

(Tabela 7), sugerindo que ocorreu complementariedade competitiva, que é caracterizada pelo  $CET > 0,25$ .

Em 2009 (Tabela 7) observou-se apenas na configuração de plantio 1Ma:1Gi o valor de  $CET < 0,25$ , indicando não complementariedade competitiva entre a cultura principal e seu consorte. Os arranjos de fileira 1Ma:2Gi; 1Ma:3Gi e 2Ma:2Gi apresentaram vantagens produtivas no sistema de consorciação em 2009,  $CET > 0,25$  (Tabela 7).

No ano de 2010 a única configuração de fileira que apresentou vantagens do sistema de consorciação em comparação aos monocultivos foi 1Ma:2Gi (Tabela 7). Os valores combinados para os arranjos de fileira 1Ma:1Gi; 1Ma:2Gi; 1Ma:3Gi e 2Ma:2Gi apresentaram complementariedade competitiva no uso dos fatores de produção, ou seja,  $CET > 0,25$  (Tabela 7).

Tabela 7 - Coeficiente equivalente de terra (CET) do sistema de consorciação entre a mamona e o girassol em arranjo de fileira no regime de sequeiro. Quixadá-CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008	2009	2010	Combinado
1Ma:1Gi	0,36	0,24	0,19	0,26
1Ma:2Gi	0,34	0,48	0,30	0,37
1Ma:3Gi	0,34	0,51	0,18	0,34
2Ma:2Gi	0,27	0,51	0,17	0,31
2Ma:3Gi	0,26	0,25	0,16	0,22



Segundo Adetiloye et al. (1983), a compatibilidade do sistema de consorciação é caracterizada por valores superiores a 0,25. Alguns autores usaram o CET como índice de avaliação do sistema de consorciação; dentre eles, John & Mini (2005), Olowe et al. (2006), Okonji et al. (2007), Egbe (2010) e Egbe et al. (2010).

### Razão de compensação (RC<sub>o</sub>)

O emprego da razão de compensação (RC<sub>o</sub>) em 2008 permitiu identificar todas as configurações de plantio (Tabela 8) como sendo vantajosas para o sistema de consorciação. Tal fato é suportado pelo UET (Tabela 4), CET (Tabela 7) e IPS (Tabela 9), sugerindo uma relação direta entre esses índices.

Em 2009 apenas o tratamento 1Ma:3Gi não teve caracterização de vantagem para o sistema de consorciação. As demais configurações de plantio da mamona e do girassol apresentaram vantagens para os sistemas consorciados (Tabela 8).

No ano de 2010, nenhuma das configurações de fileira de mamona e girassol apresentou vantagens nos sistemas consorciados (Tabela 8). Esse tipo de resposta é suportado pelos índices REAT (Tabela 7),

indicando a ocorrência de uma relação direta entre esses índices.

Com relação ao valor combinado, os tratamentos 1Ma:1Gi; 1Ma:2Gi; 1Ma:3Gi e 2Ma:2Gi mostraram vantagem para o sistema de consorciação, exceto o arranjo 2Ma:3Gi (Tabela 8). Oseni & Aliyu (2010) usaram a Razão de Compensação e constataram efeito competitivo do sorgo sobre o feijão caupi, sendo o arranjo 1 fileira de sorgo + 1 fileira de feijão caupi o tratamento que proporcionou vantagem na produtividade de grãos para o sistema de consorciação. Ntare & Williams (1990), estudando a resposta de cultivares de feijão caupi consorciados com milho, constataram variação de 0,33 a 3,83 no índice razão de compensação.

### Índice de produtividade do sistema (IPS)

O Índice de produtividade do sistema (IPS), que padroniza a produtividade da cultura consorte (girassol) tomando como base a cultura principal (mamona), possibilita identificar todas as configurações de fileiras no sistema de consorciação da mamona + girassol em 2008 e 2009, como também o combinado com produtividade estável (Tabela 9). A estabilidade na produtividade do girassol foi constatada, pois o valor do IPS foi superior ao monocultivo da cultura consorte (girassol) para 2008, 2009 e combinado (Tabela 9).

No ano agrícola de 2010 para o IPS, apenas para os tratamentos 1Ma:2Gi e 1Ma:3Gi foi possível a caracterização da estabilidade produtiva em comparação com o monocultivo do girassol (Tabela 9). Alguns autores, dentre eles Oseni & Aliyu (2010), Oseni (2010) e Agegnehu et al. (2006a,b), constataram estabilidade na produtividade dos sistemas consorciados estudados, o que é indicado pelo valor do IPS superior ao monocultivo de seus consortes.

Tabela 8 - Razão de compensação (RC<sub>o</sub>) do sistema de consorciação entre a mamona e o girassol em arranjo de fileira no regime de sequeiro. Quixadá-CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008	2009	2010	Combinado
1Ma:1Gi	1,52	3,30	0,30	1,71
1Ma:2Gi	1,69	6,32	0,51	2,84
1Ma:3Gi	1,67	0,24	0,30	0,74
2Ma:2Gi	1,01	7,28	0,25	2,85
2Ma:3Gi	1,23	3,53	0,24	1,67

Tabela 9 - Índice de produtividade do sistema (IPS) de consorciação entre a mamona e o girassol em arranjo de fileira no regime de sequeiro. Quixadá-CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008	2009	2010	Combinado
	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
1Ma:1Gi	2.294,87	1.635,54	348,82	1.426,41
1Ma:2Gi	2.491,42	1.818,75	371,68	1.560,62
1Ma:3Gi	2.458,97	2.136,39	385,32	1.660,23
2Ma:2Gi	2.213,77	1.825,18	338,04	1.458,99
2Ma:3Gi	2.550,12	1.733,26	352,56	1.545,21
MonocultivoGi	996,88	239,93	356,41	531,07

## 4. CONCLUSÕES

A produtividade de grãos de mamona e girassol foi reduzida nos arranjos de fileira em consorciação em relação aos monocultivos.

O arranjo de fileira na configuração de 1Ma:2Gi mostrou-se mais vantajoso em relações aos demais tratamentos consorciados da mamona e do girassol no período de avaliação do experimento.

A mamona foi dominante em relação ao girassol na utilização dos recursos do ambiente.



## 5. LITERATURA CITADA

- ADETILOYE, P.O.; EZEDIMA, F.O.C.; OKIGBO, B.N. A land equivalent coefficient (LEC) concept for the evaluation of competitive and productive interactions in simple to complex crop mixtures. **Ecological Modelling**, v.19, n.1, p.27-39, 1983.
- AROKIARAJ, A.; KANNAPPAN, K. Intercropping pearl millet with pigeonpea under rainfed condition. **The Madras Agricultural Journal**, v.82, n.11, p.571-573, 1995.
- AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L.S. et al. 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.91-105, 2007a.
- AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L.S. et al. 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.
- BAYU, W.; ADDISU, M.; TADESSE, B. et al. Intercropping tef and sunflower in semi-arid areas of Welo, Ethiopia. **Tropical Science**, v.47, n.1, p.16-21, 2007.
- BELTRÃO, N.E.M.; VALE, L.S.; MARQUES, L.F. et al. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista Verde de Agricultura e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, v.5, n.5, p.67-73, 2010a.
- BELTRÃO, N.E.M.; VALE, L.S.; MARQUES, L.F. et al. Consórcio mamona e amendoim: Opção para a agricultura familiar. **Revista Verde de Agricultura e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, v.5, n.4, p.222-227, 2010b.
- BEZERRA NETO, F.; TORRES FILHO, J.; HOLANDA, J.S. et al. Efeito do sistema de cultivo e arranjo especial no consórcio algodão herbáceo + caupi + sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.5, p.715-727, 1991.
- BHAGAT, S.B.; CHAVAN, S.A.; ZAGADE, M.V. et al. Intercropping groundnut and sweet corn at different fertility levels and row proportions. **Indian Journal Crop Science**, v.1, n.1-2, p.151-153, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Rio de Janeiro: MAPA/SUDENE, 1973. v.1, p.301 (Boletim Técnico, 28).
- CORRÊA, M.L.P.; TÁVORA, F.J.A.F.; PITOMBEIRA, J.B. Comportamento de cultivares de mamona em sistema de monocultivos e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.200-207, 2006.
- EGBE, O.M. Effects of plant density of intercropping soybean with tall sorghum on competitive ability of soybean and economic yield at Otobi, Benue State, Nigeria. **Journal of Cereal and Oilseeds**, v.1, n.1, p.1-10, 2010.
- EGBE, O.M.; ALIBO, S.E.; NWUEZE, I. Evaluation of some extra-early and early-maturing cowpea varieties for intercropping with maize in southern Guinea Savana of Nigeria. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v.1, n.5, p.845-858, 2010.
- EGBE, O.M.; KALU, B.A. Evaluation of pigeonpea [*Cajanus cajan*(L.) Millsp.] genotypes for intercropping with tall sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in southern guinea savanna of Nigeria. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v.4, n.4, p.54-65, 2009.
- ENDONDO, C.; SAMATANA, M. Influence de la date du semis niébé sur le rendement du cotonnier dans l'association cotonnier-niébé. **Cahiers Agriculture**, v.8, n.3, p.215-217, 1999.
- FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em 22 de dezembro de 2010.
- HIEBSCH, C.K. Comparing intercrops with monoculture. In: **Agronomic economic research on soils of the tropics, Annual Report 1976-1977**. Raleigh: North Carolina Soil Science Department, North Carolina State University, 1978. p.187-200.



- JANA, A.C.; BARRIGA, B.P.; KRARUP, H.A. et al. Eficiencia de ILa asocion maiz (*Zea mays*) y frejol (*Phaseolus vulgaris*). **Agro Sur**, v.28, n.1, p.71-80, 2000.
- JOHN, S.A.; MINI, C. Biological efficiency of intercropping in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). **Journal of Tropical Agriculture**, v.43, n.1-2, p.33-36, 2005.
- KRUG, C.A.; MENDES, P.T. Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). II - Observações gerais sobre a variabilidade do gênero *Ricinus*. **Bragantia**, v.12, n.5, p.155-197, 1942.
- KUMAR, H.C.S.; MUDALAGIRIYAPPA; NANJAPPA, H.V. et al. Productive performance of castor (*Ricinus communis*L.) based intercropping systems under rainfed conditions of Central Dry Zone in Karnataka. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, v.44, n.3, p.481-484, 2010.
- KUMAR, D.S.; REDDY, D.S.; REDDY, T.Y. Productivity of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) based intercropping systems under rainfed conditions. **Current Biotica**, v.3, n.4, p.490-499, 2010.
- LINGARAJU, B.S.; MARER, S.B; CHANDRASHEKAR, S.S. Studies on intercropping of maize and pigeonpea under rainfed conditions in Northern Transitional Zone of Karnataka. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v.21, n.1, p.1-3, 2008.
- LOPEZ, J.; BALDINI, M.; QUAGLIOTTI, L. et al. Intercropping sunflower and maize in Mozambique. **Helia**, v.24, n.35, p.1-10, 2001.
- MASON, S.C.; LEIHNER, D.E.; VORST, J.J. Cassava-cowpea and cassava-peanut intercropping. I. Yield and land use efficiency. **Agronomy Journal**, v.78, n.1, p.43-46, 1986.
- MOHAMMED, I.B.; OLUFARO O.O.; SINGH B.B. et al. Cowpea genotype and row arrangement effects on the productivity and economic returns of sorghum/cowpea intercrop in the Nigerian Savanna. **Agricultura Tropica et Subtropica**, v.42, n.3, p.145-151, 2009.
- NTARE, B.R.; WILLIAMS, J.H. Response of cowpea cultivars to planting pattern and date of sowing in Intercrops with pearl millet in Niger. **Experimental Agriculture**, v.28, n.1, p.41-48, 1992.
- ODO, P.E. Evaluation of short and tall sorghum varieties in mixtures with cowpea in the sudan savanna of Nigeria: Land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. **Experimental Agriculture**, v.27, n.4, p.435-441, 1991.
- OKONJI, C.J.; OKELEYE, K.A.; OLOWE, V.I.O. et al. Potentials of intercropping rice (*Oryza sativa* L.) and cassava (*Manihot esculenta* Crantz) of different morphotypes in the transition zone of South West Nigeria. **International Journal of Agricultural Research**, v.2, n.5, p.476-4482, 2007.
- OLOWE, V.I.O.; AJAYI, J.A.; OGUNBAYO, A.S. Potential of intercropping soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) and cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) with sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the transition zone of south west Nigeria. **Tropical Agricultural Research & Extension**, v.9, p.91-102, 2006.
- OSENI, T.O. Evaluation of sorghum-cowpea intercropping productivity in Savanna Agro-Ecology using competition indices. **Journal of Agricultural Science**, v.2, n.3, p.229-233, 2010.
- OSENI, T.O.; ALIYU, A.G. Effects of row arrangements on sorghum-cowpea intercrops in the semi arid Savannah of Nigeria. **International Journal of Agriculture and Biology**, v.12, n.1, p.137-140, 2010.
- RAHMAN, M.M.; AWAL, M.A.; AMIN, A. et al. Compatibility, growth and production of mustard/lentil intercrops. **International Journal of Botany**, v.5, n.1, p.100-106, 2009.
- ROSALES, E.J.M.; MORA, O.F. Biomass, yield and land equivalent ratio of *Helianthus annuus* L. in sole crop and intercropped with *Phaseolus vulgaris* L. in high Valleys of Mexico. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.10, n.3, p.431-439, 2009.



ROSALES, E.J.M.; ESTRADA, J.E.; SANDOVAL, J.L. Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) em unicultivo y asociado com girasol (*Helianthus annuus* L.).

**Universidade y Ciencia**, v.24, n.1, p.1-10, 2008.

SALEEM, R.; FAROOQ, M.U.; AHMED, R. Bio-economic assessment of different based intercropping systems at different geometric configurations. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.6, n.13, p.1187-1190, 2003.

SHANTHY, A.; CHINNAMUTHU, C.R.; RAMESH, T. Productivity and economics of groundnut-sunflower intercropping system as influenced by nutrient management practices under irrigated condition. **The Madras Agricultural Journal**, v.96, n.7-12, p.374-377, 2009.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Principal components analysis in the software Assistat-statistical attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA**. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

TÁVORA, F.J.A.F.; MELO, F.I.O.; SILVA, F.P. et al. Consorciação de mamona com culturas anuais de ciclo curto. **Revista Ciência Agronômica**, v.19, n.2, p.85-94, 1988.

THANUNATHANM, K.; MALARVIZHI, S.; THIRUPPATHI, M. et al. Economic evaluation of castor-based intercropping systems. **The Madras Agricultural Journal**, v.95, n.1-6, p.38-41, 2008.

VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping**. Cambridge University Press, New York, 1992. p.237.

YILMAZ, A.; ATAK, M.; ERAYMAN, M. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean Region. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.32, n.2, p.111-119, 2008.

WILLEY, R.W.; RAO, M.R. A competitive ratio for quantifying completion between intercrops. **Experimental Agriculture**, v.16, n.2, p.117-125, 1980.

WILLEY, R.W.; OSIRU, D.S.O. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. **The Journal of Agricultural Science**, v.79, n.3, p.517-529, 1972.