

MAMONA CONSORCIADA COM GIRASSOL EM PLANTIOS DEFASADOS: HABILIDADE COMPETITIVA

Ciro de Miranda Pinto

Doutorando em Agronomia/Fitotecnia/ Curso de Pós-graduação em Fitotecnia/UFC. E-mail ciroagron@gmail.com

Francisco Aires Sizenando Filho

Doutorando em Agronomia/Fitotecnia/ Curso de Pós-graduação em Fitotecnia/UFC. E-mail eng.aires@hotmail.com

Olienaide Riberio de Oliveira Pinto

Doutorando em Agronomia/Fitotecnia/ Curso de Pós-graduação em Fitotecnia/UFC. E-mail agron.olienaide@gmail.com

RESUMO - Um ensaio de campo foi conduzido nos anos agrícolas de 2008, 2009 e 2010, com objetivo de avaliar os efeitos das épocas defasagem no plantio do girassol (*Helianthus annuus* L.) em relação a mamona (*Ricinus communis* L.) nos sistemas consorciados no concerne a eficiência biológica. O delineamento utilizado no experimento foi blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos analisados foram plantios defasados do girassol em 0; 7; 14 e 21 dias em relação a mamona, e cultivos isolados da mamona e girassol. O sistema de consorciação foi avaliado dos índices, a saber: CAR, RC, A, PGAR. O Coeficiente de Adensamento Relativo (CAR) possibilitou identificar os tratamentos 0DAPM, como vantajosas para 2008 a 2010, e no combinado para os sistemas consorciados. O uso do "A", e RC permitiram classificar à mamona como cultura dominante sobre o girassol, apenas aos 21DAPM em 2008. Para 2009 a mamona apresentou superioridade na utilização dos recursos do ambiente em comparação ao girassol mediante "A", e RC. Para 2010 apenas as 14DAPM e 21DAPM proporcionaram vantagens competitiva da mamona em relação a seu consorte o girassol mediante "A", e RC. Todos os tratamentos em plantio defasados do girassol consorciado com mamona 2008, 2009 e combinado apresentaram UET e PGAR vantajosos para associação entre culturas. Em 2010 apenas da primeira e segunda data de plantios defasados proporcionaram vantagem para associação entre culturas para UET e PGAR. Uso dos índices de habilidade competitiva na avaliação do sistema de consorciação classifica a mamona como cultura dominante sobre o girassol na utilização dos recursos do ambiente.

Palavras-chave – *Ricinus communis* (L.). RC. CAR. PGAR

CASTOR BEAN INTERCROPPED WITH SUNFLOWER IN LAGGED PLANTING: COMPETITIVE ABILITY

ABSTRACT - An experiment field was carried in the years 2008, 2009 e 2010, with aim of studying the response of castor bean (*Ricinus communis* L.) intercropping with sunflower (*Helianthus annuus* L.) in lagged planting regarding the biological efficiency. The design used in the experiment was randomized block with 6 treatments and 4 replications. The treatments were represented by sunflower lagged planting in 0; 7; 14 and 21 days in relation castor bean, and crop sole of castor bean and sunflower. The intercropping system was evaluated index, namely: RCC, CR, "A", AGLY. The Relative crowding coeficiente identified the treatments 0DAPM as beneficial for 2008, 2009, 2010 and combined for intercropping systems. The use of "A", and CR allowed us to classify the dominant culture as castor bean on the sunflower, only to 21DAPM in 2008 regarding "A" and CR. For 2009, castor bean showed superiority in the use of environmental resources compared to the sunflower regarding "A" and CR. For 2010 only 14DAPM 21DAPM and provide competitive advantages of castor bean for her consort sunflower "A" and CR. All treatments lagged planting sunflower in the intercropping system in 2008, 2009 and had combined LER and AGLY were advantageous for the association between crops. In 2010 only the first and second planting date lagged provided values advantageous for LER AGLY. Using the index of competitive ability in the evaluation of the intercropping system classifies the castor bean as the dominant culture on the sunflower in the use of environmental resources.

Key words – *Ricinus communis* (L.). RCC. CR. AGLY.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é originária da África e, muito provavelmente, da Abissínia. Essa planta apresenta ampla distribuição geográfica, sendo encontrada em estado subspontâneo, ou cultivado, em quase todas as zonas tropicais e sub-tropicais do mundo (KRUG;

MENDES, 1942). Vale destacar que os maiores produtores de mamona do mundo em crescente são o Brasil, Paraguai, China e Índia. A produção de grãos de mamona mundial e 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⁻¹ (FAOSTAT, 2009).

Artigo Científico

O plantio consorciado é prática comum entre os pequenos agricultores do Nordeste do Brasil. Essa prática consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa área agrícola, tendo a dimensão espacial e temporal de convivência entre as plantas cultivadas. Sabe-se que tal sistema de plantio apresenta vantagens como, redução da erosão do solo, redução da incidência de plantas daninhas e pragas, redução do risco e aumento da estabilidade de rendimento possibilitando geração de renda ao pequeno produtor devido à diversificação das colheitas numa área agrícola.

As pesquisas envolvendo mamona e girassol, em sistemas consorciados em plantios defasados no Brasil são raras. Ensaio sobre épocas relativas de plantio, também denominado de plantios defasados nos sistemas de consorciados, propõem redução da competição interespecífica entre as espécies cultivadas juntas. Francis, Prager e Tejada (1982) afirmaram que a data de plantio no sistema de consorciação é considerada uma vantagem inicial de uma cultura sobre a outra, melhorando o estabelecimento e crescimento da cultura principal em relação ao consorte em função de sua maior competição interespecífica. Modificações nas datas relativas de plantio nos agroecossistemas de consorciação apresentam importância manejo agrícola, sendo investigadas em vários sistemas associados, a exemplo, mamona+gergelim (BELTRÃO *et al.*, 2010 a), mamona+amendoim (BELTRÃO *et al.*, 2010 b), algodão+feijão caupi (ENDONDO; SAMATANA, 1999), mandioca + soja (MBAH; MUONEKE; OKPARA, 2008), milho+ feijão caupi (MAURICE *et al.*, 2010), girassol + cana-de-açúcar (PEÑA; DOMINGUEZ ; AGUDELO, 1989), algodão +

amendoim (ARAÚJO *et al.*, 2006) e mandioca+feijão (HERNÁNDEZ; RAMOS; SÁNCHEZ, 1999).

Diante da importância capital de se avaliar a habilidade competitiva entre plantas nos sistemas consorciados, diversos índices foram desenvolvidos, sendo amplamente estudados, a exemplo, coeficiente de adensamento relativo, CAR (De WIT, 1960; HALL, 1974), razão de competição, RC (WILLEY; RAO, 1980), agressividade, A (MCGILCHRIST, 1965; MCGILCHRIST; TRENATH, 1971), perda ou ganho de rendimento atual, PGAR (BANIK, 1996; BANIK; BAGCHI, 1996).

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos das épocas relativas de plantio do girassol em relação a mamona nos sistemas consorciados mediante do emprego da habilidade competitiva entre as plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Lavoura Seca, localizada município de Quixadá-Ce, nos anos agrícolas de 2008, 2009 e 2010. As coordenadas geográficas da fazenda experimental Lavoura Seca são: 4° 59'S latitude, 39° 01'W longitude Greenwich e altitude de 190 m acima do nível do mar (BRASIL, 1973).

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 (Tabela 1) foram colhidas numa profundidade de 0- 20 cm.

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

Características Químicas	Anos Agrícolas		
	2008	2009	2010
pH em água (1: 2,5)	6,30	5,70	5,70
P ⁺ (mg kg ⁻¹)	5,00	14,00	7,00
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,20	0,23	0,14
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,03	0,03	0,05
Al ⁺³ (cmol _c kg ⁻¹)	0,00	0,10	0,05
Ca ⁺² (cmol _c kg ⁻¹)	1,70	1,30	1,00
Mg ⁺² (cmol _c kg ⁻¹)	2,30	0,70	0,80
Adubação Química N:P:K	60:80:60	60:60:60	60:80:60

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

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 uréia, super-fosfato 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, usou-se 2/3 da dose recomendada para nitrogênio com adição de 2 kg boro ha⁻¹.

Foram estudadas as em sistema de consorciação as cultivares de mamona BRS ENERGIA e para o girassol a EMBRAPA 122.

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

Os tratamentos avaliados foram: T₁: mamona + girassol plantio simultâneo (0DAPM); T₂: mamona+ girassol plantio 7 dias após a mamona (7DAPM); T₃: mamona + girassol plantio 14 dias após a mamona (14DAPM); mamona+ girassol plantio 21 dias após a mamona (21DAPM); T₅: mamona e T₆: girassol em monocultivo tiveram a semeadura realizada ao mesmo tempo do tratamento T₁.

As parcelas consorciadas foram compostas por quatro fileiras de mamona com 8 m de comprimento espaçadas de 1,0 m, entre as quais foi intercalado 1 fileira de girassol. A mamona teve espaçamento dentro da fileira de 1 m, enquanto o girassol foi de 0,4 m.

No consórcio a população de plantas para a mamona foi de 10.000 plantas ha⁻¹ (1 m x 1 m), enquanto girassol teve 25.000 plantas ha⁻¹ (1 m x 0,4 m). O monocultivo teve suas parcelas constituídas de 4 fileiras de 8 m nos seguintes espaçamentos: mamona –1m x 1 m (10.000

plantas ha⁻¹) e o girassol – 0,8 m x 0,4 m (31.250 plantas ha⁻¹).

A área útil para coleta do material para o estudo da produção vegetal foi representada pelas duas fileiras centrais de cada parcela, de cada cultura, eliminando 1 m de cada extremidade das fileiras. Desta forma o consórcio teve uma área útil de 12 m². Já monocultivo de mamona e girassol apresentaram área útil de 12 m² e 9,6 m², respectivamente.

O solo foi preparado 2 dias antes do plantio, através das duas arações. A mamona e girassol foram plantadas em covas com 3 a 5 cm de profundidade, com 5 sementes cova⁻¹.

As datas do plantio e adubação inicial, desbaste de plantas, adubação de cobertura e colheita constam na Tabela 3. A adubação de cobertura não foi realizada em virtude da baixa umidade do solo na área experimental no ano de 2010 (Tabela 2).

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

Tabela 2 – Datas de plantio e adubação de fundação, desbaste de plantas e adubação de cobertura das culturas da mamoneira e girassol cultivados na Fazenda Lavoura Seca. Quixadá – CE. 2008, 2009 e 2010

Culturas	Anos Agrícolas		
	2008	2009	2010
	Plantio e adubação de fundação		
Mamona	13/03	04/03	07/04
Girassol (0DAPM*)	13/03	04/03	07/04
Girassol (7DAPM)	19/03	10/03	14/04
Girassol (14DAPM)	26/03	17/03	21/04
Girassol (21DAPM)	02/04	24/03	28/04
	Desbaste de plântulas		
Mamona	26/03	17/03	21/04
Girassol (0DAPM*)	26/03	17/03	21/04
Girassol (7DAPM)	02/04	24/03	28/04
Girassol (14DAPM)	16/04	31/03	05/05
Girassol (21DAPM)	30/04	07/04	12/05
	Adubação de cobertura		
Mamona	16/04	07/04	-
Girassol (0DAPM*)	16/04	07/04	-
Girassol (7DAPM)	23/04	14/04	-
Girassol (14DAPM)	30/04	21/04	-
Girassol (21DAPM)	07/05	28/04	-
	Colheita		
Mamona	30/07	20/07	26/08
Girassol (0DAPM*)	02/07	23/06	28/07
Girassol (7DAPM)	09/07	30/06	04/08
Girassol (14DAPM)	16/07	07/07	11/08
Girassol (21DAPM)	23/07	14/07	18/08

*Dias após o plantio da mamona

O sistema de consorciação foi avaliado através da eficiência biológica entre as plantas associadas. A eficiência biológica no sistema de consorciação foi avaliada mediante o uso das do Uso Eficiente de Terra (UET). O Uso Eficiente de Terra (UET) foi obtido

conforme a fórmula proposta (WILLEY; OSIRU, 1972; MEAD; WILLEY, 1980), expresso na equação 1.

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

Onde, Y_{ab} e Y_{ba} representa a produtividade das culturas 'a' e 'b' em consórcio, Y_{aa} e Y_{bb} é produtividade do monocultivo. O UET_a e 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 habilidade competitiva das culturas consorciadas foi analisada mediante emprego dos índices a seguir: Coeficiente de Adensamento Relativo (CAR), Agressividade ("A"), Razão de Competição (RC), Perda ou Ganho Atual de Rendimento (PGAR)

O coeficiente de adensamento relativo (CAR) proposto por De Wit (1960) e Hall (1974). Indetifica a vantagem e desvantagem do consórcio em relação ao monocultivo. O CAR é obtido através da equação 2.

$$CAR = CAR_{ab} * CAR_{ba} = \left[\frac{(Y_{ab} * Z_{ba})}{(Y_{aa} - Y_{ab}) * Z_{ab}} \right] * \left[\frac{(Y_{ba} * Z_{ab})}{(Y_{bb} - Y_{ba}) * Z_{ba}} \right] \quad (2) \quad PGAR = PGAR_a + PGAR_b \quad (5)$$

Onde, Y_{ab} e Y_{ba} é a produção das culturas 'a' e 'b' em consórcio, Y_{aa} é produção do monocultivo. O Z_{ab} representa proporção de plantio da espécie 'a' em mistura com a espécie 'b', Z_{ba} representa proporção de plantio da espécie 'b' em mistura com a espécie 'a'. Se $CAR > 1$, então ocorre vantagem produtiva do consórcio em relação ao monocultivo, se $CAR=1$ não ocorre vantagem produtiva, se $CAR < 1$, então ocorre desvantagem produtiva do consórcio em relação ao monocultivo.

A Agressividade refere-se as relações de competição interespecífica do consórcio, sendo calculada pelas mudanças de produtividade dos dois componentes culturais (MCGILCHRIST, 1965; MCGILCHRIST; TRENATH, 1971), calculada pela equação 3a e 3b.

$$A_{ab} = \frac{UET_a}{Z_{ab}} - \frac{UET_b}{Z_{ba}} \quad (3a)$$

$$A_{ba} = \frac{UET_b}{Z_{ba}} - \frac{UET_a}{Z_{ab}} \quad (3b)$$

Onde, A_{ab} agressividade da espécie 'a' sobre a 'b' e A_{ba} agressividade da espécie 'b' sobre a 'a'. O UET_a e UET_b representam o uso eficiente de terra parcial da espécie 'a' e da espécie 'b'. O Z_{ab} representa proporção de plantio da espécie 'a' em mistura com a espécie 'b', Z_{ba} representa proporção de plantio da espécie 'b' em mistura com a espécie 'a'. Quando A_{ab} é maior que zero, a habilidade competitiva da cultura 'a' excede 'b' no consórcio. Quando A_{ba} é maior que zero, a habilidade competitiva da cultura 'b' excede 'a' no consórcio.

A Razão de Competição (RC) foi obtida a partir do índice de Agressividade de por (WILLEY; RAO, 1980), calculada pela equação 4a e 4b.

$$RC_a = \frac{UET_a}{Z_{ab}} \div \frac{UET_b}{Z_{ba}} \quad (4a)$$

$$RC_b = \frac{UET_b}{Z_{ba}} \div \frac{UET_a}{Z_{ab}} \quad (4b)$$

Onde, Razão de Competição da espécie 'a' (RC_a) e Razão de Competição da espécie 'b' (RC_b). O Y_{ab} e Y_{ba} representam a produtividade das culturas 'a' e 'b' em consórcio, Y_{aa} e Y_{bb} é produtividade do monocultivo. O Z_{ab} representa proporção de plantio da espécie 'a' em mistura com a espécie 'b', Z_{ba} representa proporção de plantio da espécie 'b' em mistura com a espécie 'a'. Este índice indica o número de vezes em que um componente é mais competitivo que outro.

A perda ou ganho atual de rendimento (PGAR) proposta por Banik (1996) e Banik e Bagchi (1996), expresso pela equação (5).

$$PGAR = \left[UET_a * \left(\frac{100}{Z_{ab}} \right) - 1 \right] + \left[UET_b * \left(\frac{100}{Z_{ba}} \right) - 1 \right] \quad (5)$$

Onde, $PGAR_a$ e $PGAR_b$ representam o perda ou ganho atual de rendimento parcial da espécie 'a' e da espécie 'b'. O UET_a e UET_b representam o uso eficiente terra parcial da cultura 'a' e 'b'. O Z_{ab} representa proporção de plantio da espécie 'a' em mistura com a espécie 'b', Z_{ba} representa proporção de plantio da espécie 'b' em mistura com a espécie 'a'. Se $PGAR > 0$ indica vantagem acumulada do consórcio em relação ao monocultivo, se $PGAR < 0$ indica desvantagem do sistema de consorciação.

Nos anos agrícolas de 2008, 2009 e 2010, no sistema de consorciação da mamona com girassol, adotou-se o delineamento estatístico de blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições, perfazendo 24 unidades experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uso Eficiente de Terra (UET)

Na Tabela 3, encontram-se os valores parciais (UET_a e UET_b) e totais de UET para os anos de 2008, 2009 e 2010. A avaliação biológica do consórcio mamona com girassol em plantios defasados, utilizando-se o UET, constatou-se vantagem produtiva em relação aos monocultivos nos anos de 2008 e 2009 (Tabela 3). No ano de 2010, apenas o tratamento 0DAPM e 7DAPM apresentaram vantagem produtiva em relação ao monocultivo (Tabela 3). Os valores totais de UET nos agrícolas de 2008 a 2010 apresentaram variação de 0,88 a 1,53 revelando ganhos de 8 a 53% no consórcio quando confrontados ao monocultivos. Os valores combinados de UET variaram

Artigo Científico

de 1,19 a 1,29 mostrando uma eficiência de 19 a 29% do sistema consorciado em comparação ao monocultivos (Tabela 3).

O uso eficiente de terra foi amplamente estudado por alguns autores que trabalharam com mamona consorciada e constataram vantagens nesse índice para o plantio associado em relação ao monocultivo. Dentre as combinações de sucesso em plantios defasados da cultura consorte em relação a principal, ocorreram em mamona + gergelim (BELTRÃO et al., 2010 a), mamona +

amendoim (BELTRÃO et al., 2010 b). Outros agroecossistemas onde ocorreram vantagens biológicas foram verificadas em mamona + amendoim, mamona + grão de bico, mamona + “ guar ou clusterbean” (*Cyamopsis tetragonoloba*) e mamona + capim-pé-de-galinha (KUMAR et al., 2010), mamona consorciado com feijão mungo, feijão mungo-verde, caupi, soja e gergelim (THANUNATHAN et al., 2008), mamona + milho (AZEVEDO et al., 2007 a), mamona + sorgo e mamona +caupi (CORRÊA et al., 2006).

Tabela 3 - Uso eficiente de terra (UET), produtividade de grãos da mamona e girassol no sistema de consorciação da mamona com girassol em plantios defasados em condições de sequeiro. Quixadá – CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008			2009		
	UET _a *	UET _b **	UET	UET _a	UET _b	UET
Ma+Gi (0DPAM)	0,52	0,67	1,20	0,88	0,51	1,39
Ma+Gi (7DAPM***)	0,50	0,79	1,29	0,95	0,58	1,53
Ma+Gi (14DAPM)	0,56	0,70	1,26	1,07	0,34	1,41
Ma+Gi (21DAPM)	1,00	0,56	1,56	1,18	0,27	1,45
Tratamentos	2010			Combinado		
	UET _a	UET _b	UET	UET _a	UET _b	UET
Ma+Gi (0DPAM)	0,50	0,61	1,11	0,63	0,59	1,22
Ma+Gi (7DAPM***)	0,38	0,70	1,08	0,51	0,69	1,20
Ma+Gi (14DAPM)	0,47	0,45	0,92	0,70	0,49	1,19
Ma+Gi (21DAPM)	0,65	0,24	0,88	0,94	0,35	1,29
Tratamentos	Mamona (kg ha ⁻¹)			Girassol (kg ha ⁻¹)		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Ma+Gi (0DPAM)	592,70	1.028,12	365,62	919,79	382,29	426,04
Ma+Gi (7DAPM***)	567,70	1.126,04	282,29	1.057,29	441,66	484,37
Ma+Gi (14DAPM)	632,29	1.259,37	345,83	938,54	256,25	313,54
Ma+Gi (21DAPM)	1.059,37	1.333,33	472,91	693,75	167,70	164,58
Monocultivo	1.129,16	1.183,33	739,58	1.351,56	750,00	695,31

*UET_a para a mamona e ** UET_b para o girassol; ***Dias após o plantio da mamona

Coefficiente de Adensamento Relativo (CAR)

Os Coeficientes de Adensamento Relativo Parciais da mamona (CAR_{ab}) no ano de 2008, foram inferiores a seu consorte (CAR_{ba}) aos 0DAPM e 14DAPM. Isso sugere que a cultura do girassol apresenta forte competição interespecífica dominando (CAR_{ba}>CAR_{ab}) a cultura da mamona (Tabela 4). Sarkar, Chakraborty e Bala (1998) estudando sistemas de consorciação, constataram que o gergelim apresentou valores inferiores a seus consortes o feijão mungo verde e feijão mungo.

Em 2008 valor negativo do CAR_{ab} para a cultura principal aos 21DAPM indica superioridade produtiva da mamona em associação comparada ao monocultivo em

2008 (Tabela 4). Vale salientar, que tal valor negativo do CAR_{ab} (Tabela 4), apresenta relação direta com UET aos 21DAPM (Tabela 3). O mesmo raciocínio citado anteriormente, aplica-se ao CAR_{ba} para a cultura consorte no tratamento 7DAPM. Esses resultados corroboram com os reportados por Oliveira (1993) e Yilmaz, Atak, Erayman (2008) em agroecossistemas consorciados do milho+feijão caupi e milho + feijão comum, respectivamente. Os valores de CAR em 2008 foram superiores à unidade aos 0DAPM e 14DAPM, sugerindo vantagem dessas épocas de plantio girassol (Tabela 4).

Tabela 4 - Coeficiente de Adensamento Relativo (CAR) do sistema de consorciação da mamona com girassol em plantios defasados no regime de sequeiro. Quixadá – CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008			2009		
	UET _a	UET _b	UET	UET _a	UET _b	UET
Ma+Gi (0DPAM)	0,52	0,67	1,20	0,88	0,51	1,39
Ma+Gi (7DAPM***)	0,50	0,79	1,29	0,95	0,58	1,53
Ma+Gi (14DAPM)	0,56	0,70	1,26	1,07	0,34	1,41
Ma+Gi (21DAPM)	1,00	0,56	1,56	1,18	0,27	1,45
Monocultivo	1,129,16	1,183,33	739,58	1,351,56	750,00	695,31

Artigo Científico

	CAR _{ab} *	CAR _{ba} **	CAR	CAR _{ab}	CAR _{ba}	CAR
Ma+Gi (0DAPM)	1,13	2,76	2,81	1,56	1,09	2,97
Ma+Gi (7DAPM ***)	1,04	-0,99	0,39	-4,15	1,63	-4,09
Ma+Gi (14DAPM)	1,31	2,63	3,47	-29,08	0,55	-23,16
Ma+Gi (21DAPM)	-3,35	1,09	-1,93	-0,10	0,32	-0,95
	2010			Combinado		
Tratamentos	CAR _{ab}	CAR _{ba}	CAR	CAR _{ab}	CAR _{ba}	CAR
Ma+Gi (0DAPM)	1,00	1,67	1,74	1,23	1,84	2,26
Ma+Gi (7DAPM)	0,62	2,74	1,68	-0,83	1,12	-0,32
Ma+Gi (14DAPM)	0,94	0,88	0,80	-8,94	1,35	-12,06
Ma+Gi (21DAPM)	1,85	0,32	0,54	0,53	0,57	0,30

* CAR_{ab} efeito da mamona sobre o girassol e ** CAR_{ba} efeito do girassol sobre a mamona

*** Dias após o plantio da mamona

No ano de 2009, é possível caracterizar que apenas o tratamento 0DAPMa para o produtório de CAR_{ab} e CAR_{ba}, como vantajoso no sistema de consorciação. Os valores negativos do CAR_{ab} da cultura principal nos tratamentos 7DAPM, 14DAPM e 21DAPM foi derivado da superioridade produtiva da mamona em associação, quando comparada ao monocultivo (Tabela 4). Esses resultados apresentaram resposta de mesma natureza aos observados por Oliveira (1993) e Yilmaz, Atak, Erayman (2008) em agroecossistemas consorciados do milho+feijão caupi e milho + feijão comum, respectivamente.

Para 2010 a mamona (CAR_{ab}) mostrou dominância (CAR_{ab}>CAR_{ba}) sobre o girassol (CAR_{ba}) no tratamento 0DAMP. Quando se avalia o produtório constatou-se vantagem no sistema de consorciação nos tratamentos 0DAPM e 7DAPM em relação ao monocultivo (Tabela 4).

Valores de CAR superiores a unidade foram constatados em sistemas de consorciação entre feijão caupi+ milho (EGBE; ALIBO; NWUEZE, 2010), sorgo + feijão caupi (OSEN, 2010), milho+feijão comum (YILMAZ; ATAK; ERAYMAN, 2008), ervilhaca+ trigo e ervilhaca+ aveia (DHIMA *et al.*, 2007), *Eragrosti tef* + fava (AGEGNEHU; GHIZAW; SINEBO, 2006a), cevada+fava (AGEGNEHU, GHIZAW; SINEBO, 2006b), mostrada com ervilha, lentilha e grão de bico (BANIK *et al.*, 2000), arroz + feijão mungo verde, arroz + feijão mungo, milho + arroz, milho + gergelim, milho + feijão mungo, gergelim + arroz, gergelim + feijão mungo verde e gergelim+ feijão mungo (SARKAR, CHKRAROTY; BALA, 1998), trigo com ervilha, lentilha e grão de bico (BANIK, 1996).

Analisando-se o CAR para o valor combinado, constata-se vantagem produtiva do sistema de consorciação no tratamento 0DAPM (Tabela 4).

Agressividade (“A”)

A agressividade (“A”) é uma importante ferramenta para determinar habilidade competitiva de uma cultura, quando associada com outra. Se maior que zero indica a existência de dominância de uma cultura sobre a outra. Em 2008 a mamona apresentou comportamento de cultura dominada ($A_{ba} > A_{ab}$), sendo caracterizado pelo valor negativo do “A_{ab}”, em relação ao girassol (“A_{ba}”) nos tratamentos 0DAPM, 7DAPM e 14DAPM (Tabela 5). Essa resposta demonstra que a mamona apresentou menor capacidade de competição interespecífica comparada ao girassol. Apenas no tratamento 21DAPM verificou-se dominância da cultura principal (A_{ab})sobre o consorte (A_{ba}) (Tabela 5).

Com relação ao ano de 2009 (Tabela 5) verifica-se que a mamona foi à cultura dominante sobre o girassol, isso é indicado pelos valores positivos de “A_{ab}” em relação a “A_{ba}”. A cultura principal dominando os consortes ocorreram em agroecossistemas do sorgo + caupi (OSEN, 2010), milho + feijão comum (YILMAZ, ATAK, ERAYMAN, 2008), algodão + feijão caupi e algodão + sorgo (AASIM; UMER; KARIM, 2008) isso é caracterizado pelo valor positivo do “A_{ab}”. O consorte dominado pela cultura principal para “A_{ba}” foram constatadas em soja + sorgo (GHOSH *et al.*, 2006), amendoim + milho, amendoim + sorgo e amendoim + milheto (GHOSH, 2004), canola + trigo, canola + grão de bico, canola + lentilha, canola + linhaça (TAHIR *et al.*, 2003).

Tabela 5 - Agressividade (A) do sistema de consorciação da mamona com girassol em plantios defasados no regime de sequeiro. Quixadá – CE. 2008, 2009 e 2010

2008

2009

Tratamentos	A _{ab}	A _{ba}	A _{ab}	A _{ba}
Ma+Gi (0DAPM)	-0,30	0,30	0,75	-0,75
Ma+Gi (7DAPM)	-0,58	0,58	0,74	-0,74
Ma+Gi (14DAPM)	-0,27	0,27	1,45	-1,45
Ma+Gi (21DAPM)	0,87	-0,87	1,80	-1,80
Tratamentos	2010		Combinado	
	A _{ab}	A _{ba}	A _{ab}	A _{ba}
Ma+Gi (0DAPM)	-0,24	0,24	0,21	-0,21
Ma+Gi (7DAPM)	-0,63	0,63	-0,15	0,15
Ma+Gi (14DAPM)	0,04	-0,04	0,41	-0,41
Ma+Gi (21DAPM)	0,81	-0,81	1,16	-1,16

A_{ab} efeito da mamona sobre o girassol e A_{ba} efeito do girassol sobre a mamona

Com relação ao ano de 2010, verifica-se que a mamona foi à dominante (A_{ab} > A_{ba}) sobre o girassol nos tratamentos 14 DAPM e 21DAPM (Tabela 5). Já no valor combinado verifica-se dominância da mamona sobre o girassol nos tratamentos 0DAPM, 14DAPM e 21DAPM (Tabela 5).

Razão de competição (RC)

A razão de competição (RC) mede o grau que uma cultura compete com a outra. No seu calculo usa-se a produtividade da cultura principal e consorte em associação e no monocultivo, como também o espaço ocupado no campo de cultivo por ambas sementeas intercaladas. Em 2008 os tratamentos 0DAPM, 7DAPM e 14DAPM para mamona (RC_a) foram inferiores aos obtidos no girassol (RC_b), sugerindo que a cultura principal teve menor habilidade de competir pelos recursos do ambiente. No tratamento 21DAPM o RC_a foi

superior ao RC_b, indicando dominância da mamona sobre a girassol (Tabela 6).

A cultura da mamona apresentou menores valores da razão de competição nos tratamentos 0DAPM, 7DAPM e 14DAPM ao comparação ao girassol, sugerindo que cultura principal teve menor habilidade de competir pelos recursos do ambiente em 2008 (Tabela 6). O domínio da cultura consorte indica a sua maior capacidade competitiva no uso dos recursos de produção, a luz, água e nutrientes. Exemplo desse comportamento foi constatado em associações entre amendoim + milho, amendoim + sorgo e amendoim + milheto (GHOSH, 2004), soja + sorgo (GHOSH *et al.*, 2006), mamona + feijão caupi, mamona + milho e mamona + sorgo (AZEVEDO *et al.*, 2007 b) e soja + milho (MBAH; MUONEKE; OKPARA, 2007). Na quarta defasagem (21DAPM) de plantio do girassol em relação à mamona, indicou a cultura principal dominando a cultura consorte (Tabela 6).

Tabela 6 - Razão de competição (RC) do sistema de consorciação da mamona com girassol em plantios defasados no regime de sequeiro. Quixadá – CE. 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008		2009	
	RC _a	RC _b	RC _a	RC _b
Ma+Gi (0DAPM)	0,82	1,32	1,85	0,62
Ma+Gi (7DAPM*)	0,69	1,65	1,71	0,62
Ma+Gi (14DAPM)	0,82	1,26	3,42	0,33
Ma+Gi (21DAPM)	1,92	0,58	5,53	0,20
Tratamentos	2010		Combinado	
	RC _a	RC _b	RC _a	RC _b
Ma+Gi (0DAPM)	0,81	1,25	1,16	1,06
Ma+Gi (7DAPM)	0,56	1,83	0,99	1,36
Ma+Gi (14DAPM)	1,09	0,98	1,78	0,86
Ma+Gi (21DAPM)	3,09	0,38	3,51	0,39

RC_a para a mamona e RC_b para o girassol

Em 2009, constatou-se que a mamona foi superior (RC_a > RC_b) ao girassol em todas as defasagens de plantio do consorte em relação à cultura principal (Tabela 6). A cultura principal competindo com maior expressão pelos recursos do ambiente foram reportados para a razão de competição em agroecossistemas de mandioca + feijão caupi (MASON; LEINER, 1988), sorgo + feijão caupi (OSEN, 2010), cevada associada com lentilha, grão de

bico, *Trigonella usitatissimum* (L.) e linhaça (WAHLA *et al.*, 2009), algodão + feijão caupi e algodão + sorgo (AASIM; UMER; KARIM, 2008), milho + feijão caupi (YILMAZ; ATAK, ERAYMAN, 2008) e canola + trigo, canola + grão de bico, canola + lentilha, canola + linhaça (TAHIR *et al.*, 2003).

Em 2010 constatou-se superioridade da mamona em relação ao girassol nos tratamentos 14DAPM e 21DAPM

Artigo Científico

(Tabela 6). Vale destacar que para o valor combinado observou-se que superioridade da mamona em comparação ao girassol na competição pelos recursos do ambiente nos tratamentos relativos a 0DAPM, 14DAPM e 21DAPM (Tabela 6).

Perda ou Ganho Atual de Rendimento (PGAR)

Na obtenção do índice de PGAR, utiliza-se o UET como também o espaço usado pelas culturas na condição de consórcio e monocultivo. A PGAR_a (mamona) e PGAR_b (girassol) em 2008 apresentaram resultados positivos, indicando que não ocorreram impactos negativos devido a competição intra e interespecífica (Tabela 7). Os valores de PGAR, em todas as defasagens de plantio do girassol em relação a mamona (0DAPM; 7DAPM, 14DAPM e 21DAPM), resultaram números superiores à zero, indicando vantagem de 40 a 113% do consórcio em comparação ao monocultivo (Tabela 7). A PGAR parcial positiva foi verificada em combinações

como milho + feijão comum (YILMAZ; ATAK, ERAYMAN, 2008), milho + ervilha, milho + lentilha e milho + grão de bico (BANIK; BAGCHI, 1996).

A cultura da mamona teve valores superiores ao girassol em 2009 para os valores PGAR_{ab} em relação ao PGAR_{ba}. O PGAR teve vantagem biológica de 79 a 106% consórcio em comparação ao monocultivo (Tabela 7).

A PGAR_{ab} para mamona teve declínios na produtividade de 1 a 23% devido ao cultivo em associação com girassol em 2010. Foram caracterizadas vantagens o sistema de consorciação com variação 16 e 22%, sendo constatadas nos tratamentos 0DAPM e 7DAPM (Tabela 7). A PGAR_{ab} negativa para a cultura principal no sistema de consorciação foram relatadas em agroecossistemas de algodão + feijão caupi e algodão + sorgo (AASIM; UMER; KARIM, 2008). Resultados com PGAR > 0 foram constatados por autores como (AASIM; UMER; KARIM, 2008; YILMAZ; ATAK, ERAYMAN, 2008; BANIK; BAGCHI, 1996).

Tabela 7 - Perda ou ganho atual de rendimento (PGAR), do sistema de consorciação da mamona com girassol em plantios defasados no regime de sequeiro. Quixadá – CE, 2008, 2009 e 2010

Tratamentos	2008			2009		
	PGAR _a *	PGAR _b **	PGAR	PGAR _a	PGAR _b	PGAR
Ma+Gi (0DAPM)	0,05	0,35	0,40	0,77	0,02	0,79
Ma+Gi (7DAPM)	0,005	0,58	0,59	0,90	0,16	1,06
Ma+Gi (14DAPM)	0,12	0,40	0,52	1,14	-0,32	0,82
Ma+Gi (21DAPM)	1,00	0,13	1,13	1,36	-0,47	0,89
Tratamentos	2010			Combinado		
	PGAR _a	PGAR _b	PGAR	PGAR _a	PGAR _b	PGAR
Ma+Gi (0DAPM)	-0,01	0,23	0,22	0,27	0,20	0,47
Ma+Gi (7DAPM)	-0,23	0,39	0,16	0,23	0,38	0,61
Ma+Gi (14DAPM)	-0,06	-0,10	-0,16	0,40	-0,006	0,394
Ma+Gi (21DAPM)	0,30	-0,53	-0,23	0,89	-0,29	0,60

*PGAR_a para a mamona e **PGAR_b para o girassol

CONCLUSÕES

O Coeficiente de Adensamento Relativo possibilitou identificar os tratamentos 0DAPM, como vantajosas para 2008 a 2010, e no combinado para os sistemas consorciados.

O uso do “A”, e RC permitiram classificar à mamona como cultura dominante sobre o girassol, apenas aos 21DAPM em 2008. Para 2009 a mamona apresentou superioridade na utilização dos recursos do ambiente em comparação ao girassol. Para 2010 apenas as 14DAPM e 21DAPM proporcionaram vantagens competitiva da mamona em relação a seu consorte o girassol.

O PGAR revelou equivalência de resultados com constatados para no UET em 2008 a 2010 e no combinado.

Uso dos índices de habilidade competitiva na avaliação do sistema de consorciação permitiu classificar a mamona como cultura dominante sobre o girassol na utilização dos recursos do ambiente.

REFERÊNCIAS

AASIM, M.; UMER, E. M.; KARIM, A. Yield and competition indices of intercropping cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using different planting patterns, **Tarim Bilimleri Dergisi**, v.14, n.4, p.326-333, 2008.

AGEGNEHU, G.; GHIZAW, A.; SINEBO, W. Crop productivity and land-use efficiency of a teff/faba bean mixed cropping system in a tropical highland environment. **Experimental Agriculture**, v.42, n.4, p.495-504, 2006 a.

AGEGNEHU, G.; GHIZAW, A.; SINEBO, W. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba

- bean mixed cropping in Ethiopian highlands. **European Journal of Agronomy**, v.25, n.3, p.202–207, 2006 b.
- 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.91-105, 2007 a.
- AZEVEDO, D. M. P. DE; BELTRÃO, N. E. DE, M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J. W. DOS; LEÃO, A. B. Rendimento e eficiência agrônômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semi-árido NORDESTINO. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.11, n.3, p.145-162, 2007 b.
- BANIK, P. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum*) and legume intercropping under 1:1 e 2:1 row-replacement series system. **Journal Agronomy and Crop Science**, v. 176, n. 5, p. 289-294, 1996.
- BANIK, P.; BAGCHI, D. K. A proposed index for assessment of row replacement intercropping system. **Journal Agronomy and Crop Science**, v.177, n.3, p.161-164, 1996.
- BANIK, P.; SASMAL, T.; GHOSAL, P. K.; BAGCHI, D. K. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* Var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:2 row replacement series systems. **Journal Agronomy and Crop Science**, v.185, n.1, p.9-14, 2000.
- BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; MARACAJA, P. B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista Verde de Agricultura e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, v.5, n.5, p-67-73, 2010 a.
- BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; OUTO, J. S. 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, 2010 b.
- 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).
- DE WIT, C.T. On competition. **Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen**, v.66, n. 8, p.1–82, 1960.
- 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 Agrônômica**, v.37, n.2, p.200-207, 2006.
- DHIMA, K. V.; LITHOURGIDS, A. S.; VASALAKOGLU, I. B.; DORDAS, C. A. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. **Field Crops Research**, v.100, n.2-3, p.249-256, 2007.
- 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.
- ENDONDO, C.; SAMATANA, M. Influence de la date du semis niébe sur le rendement du cotonnier dans l'association cotonnier-niéber. **Cahiers Agriculture**, v.8, n.3, p.215-217, 1999.
- GHOSH, P. K. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. **Field Crops Research**, v.88, n.2-3, p.227-237, 2004.
- GHOSH, P. K.; MANNA, M. C.; BANDYOPADHYAY, K. K.; AJAY; TRIPATHI, A. K.; WANJARI, R. H.; HATI, K. M.; MISRA, A. K.; ACHARYA, C. L.; RAO, A. S. Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. **Agronomy Journal**, v.98, n.4, p.1097-1108, 2006.
- HALL, R. L. Analysis off the nature of interference between plants of different species. I Concepts and extension the De Wit analysis to examine effects. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.25, n.5, p.739-747, 1974.
- HERNÁNDEZ, A.; RAMOS, R.; SÁNCHEZ, J. Distribución espacial y temporal en el policultivo yuca-frijol: uso equivalente de la tierra. **Agronomía Mesoamericana**, v.10, n.1, p. 63-66, 1999.
- 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.; RAMACHANDRAPPA, B. K. 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.
- MASON, S. C.; LEIHNER, D. E. Yield and land-use efficiency of a cassava/cowpea intercropping system

Artigo Científico

grown at different phosphorus rates. **Field Crops Research**, v.18, n. 4, p.45-54, 1988.

MBAH, E. U.; MUONEKE, C.O.; OKPARA, D. A. Effect of compound fertilizer on the yield and productivity of soybean and maize in soybean/maize intercrop in SOUTHEASTERN NIGERIA. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.7, n. 2 , p. 87 – 95, 2007.

MCGILCHRIST, C. A. Analysis of competition experiments. **Biometrics**, v.21, n.4, p.975-985, 1965.

MCGILCHRIST, C. A.; TRENBATH, B. R. A revised analysis of competition experiments. **Biometrics**, v.27, n.3, p.659-671, 1971.

MEAD, R.; WILLEY, R. W. The concept of a 'Land Equivalent Ratio' and advantages in yields from intercropping. **Experimental Agriculture**, v.16, n.3, p.217-228, 1980.

OLIVEIRA, F. J. de. Combinações de espaçamentos e populações de plantas de caupi e de milho em monocultura e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.8, p.931-945, 1993.

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.

Produção e Produtividade da mamoneira em 2009.
Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 22 de dez de 2010.

SARKAR, R. K.; CHAKRABORTY, A.; BALA, B. Effect of alternative cropping system on yield and advantage in direct seeded upland rice áreas in Iidican Sub-Tropics. **Journal Agronomy and Crop Science**, v.180, n.1, p.1-6, 1998.

TAHIR, M.; MALIK, M. A.; TANVEER, A.; AHMAD, R. Competition functions of different canola-based intercropping systems. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.2, n.1, p. 9-11, 2003.

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

YILMAZ, Ş.; ATAĞ, 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.

WAHLA, I. H.; AHMAD, R.; EHSANULAR; AHMAD, A.; JABBAR, ABDUL. Competitive functions of component crops in some barley based intercropping systems. **International Journal of Agriculture and Biology**, v.11, n.1, p.69-72, 2009.

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.

Recebido em 16 05 2011

Aceito em 22 12 201