

Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Brasil

Pinto, Ciro de M.; Pitombeira, João B.; Távora, Francisco J. A. F.; dos S. Souza, Anielson; Bezerra, Antonio M. E.; das Chagas Neto, Francisco V.

Antecipação de plantio da mamona consorciada com girassol: Produtividade e seus componentes

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 7, 2012, pp. 728-736

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119025455004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, suplemento, p.728-736, 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7isa1903

Protocolo 1903 - 27/10/2011 • Aprovado em 02/07/2012

Ciro de M. Pinto<sup>1,4</sup>

João B. Pitombeira<sup>1</sup>

Francisco J. A. F. Távora<sup>1</sup>

Anielson dos S. Souza<sup>2</sup>

Antonio M. E. Bezerra<sup>1</sup>

Francisco V. das Chagas Neto<sup>3</sup>

# Antecipação de plantio da mamona consorciada com girassol: Produtividade e seus componentes

## RESUMO

Um ensaio de campo foi conduzido nos anos agrícolas de 2008, 2009 e 2010, na Fazenda Lavoura Seca, Quixadá, Ceará, com objetivo de avaliar a antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol quanto à produtividade de grãos e seus componentes. O delineamento utilizado no experimento foi blocos ao acaso com parcelas divididas no tempo, representadas pelos tratamentos antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol e seus plantios isolados ou sistemas de cultivo consórcio e plantios isolados e as parcelas pelos anos de cultivo 2008, 2009 e 2010. Os tratamentos constaram da antecipação de plantio da mamona em 0, 7, 14 ou 21 dias do plantio do girassol, acrescidos do monocultivo da mamona e girassol. A produtividade de grãos, o número e comprimento de racemos da mamona sofreram reduções no consórcio em comparação com o plantio isolado. Recomenda-se plantar a mamona antecipada 21 dias em relação ao girassol. O girassol não manifestou variações na altura de planta nem no diâmetro do capítulo, nos tratamentos consorciados em relação ao monocultivo.

**Palavras-chave:** Cultivo múltiplo, época de semeadura, *Helianthus annuus* (L.), *Ricinus communis* (L.)

## Early planting of castor bean intercropped with sunflower: Yield and yield components

## ABSTRACT

A field experiment was carried out during 2008, 2009 and 2010, at Lavoura Seca Farm, in the municipality of Quixadá, Ceara state, in order to evaluate the early planting of castor bean in relations to sunflower in intercropping systems, regarding the yield and yield components. The experiment was conducted in randomized block design with split plots in time. Treatments consisted of early planting of castor bean in relation to sunflower either as sole crop or as intercrop in the plots, and years of cultivation 2008, 2009 and 2010, in the subplots. Castor bean was sown 0, 7, 14 or 21 days before sunflower in the intercropping systems. Grain yield, number and length of racemes of castor bean in the intercropping system were reduced compared to the sole crop. It is recommended to plant the castor bean crop 21 days earlier compared to the sunflower. The sunflower did not show variations in plant height and head diameter in intercropping systems compared to the sole crop.

**Key words:** Multiple cropping, sowing date, *Helianthus annuus* (L.), *Ricinus communis* (L.)

1 Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Avenida Mister Hull, 2977, Campus Universitário do Pici, Bloco 810, Pici, CEP 60021-970, Fortaleza-CE, Brasil. Caixa Postal 12168.

Fone: (85) 3366-9701.

E-mail: ciroagron@gmail.com;

pitomba@ufc.br; tavora@ufc.br;

esmeraldo@ufc.br

2 Universidade Federal de Campina Grande,

Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias,

Rua Jairo Vieira Feitosa, s/n, Pereiros,

CEP 58840-000, Pombal-PB, Brasil.

Fone: (83) 3431-4005 Ramal 4010.

Fax: (83) 3431-4010.

E-mail: anielson@ccta.ufcg.edu.br.

3 Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária, Embrapa Agroindústria

Tropical, Rua Dra Sara Mesquita,

2270, Planalto do Pici, CEP 60511-110,

Fortaleza-CE, Brasil.

Fone: (85) 3391-7215.

Fax: (85) 3391-7109.

E-mail: vidal.neto@embrapa.br

4 Bolsista de Pós-Doutorado PNP/DACTA

## INTRODUÇÃO

O plantio consorciado é prática comum entre os pequenos agricultores do Nordeste do Brasil. Esta prática consiste no cultivo simultâneo ou não simultâneo de duas ou mais espécies numa área agrícola, com 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 com antecipação do plantio no Brasil, são raras. Ensaios sobre antecipação do plantio nos sistemas de consorciados, propõem redução da competição interespecífica entre as espécies cultivadas juntas. Modificações nas épocas relativas de plantio nos agroecossistemas de consorciação apresentam importância capital no manejo agrícola e foram investigadas em vários sistemas de associação, por exemplo, mamona+gergelim (Beltrão et al., 2010a), mamona+amendoim (Beltrão et al., 2010b), mandioca + soja (Mbah et al., 2007), milho+ feijão caupi (Flesch, 2002; Maurice et al., 2010), girassol + cana-de-açúcar (Peña et al., 1989) e mandioca + feijão (Hernández et al., 1999).

Desta forma, duas hipóteses foram formuladas sobre o sistema de consorciação da mamona e girassol, a saber: I) a antecipação de plantio da mamona (Ma) em relação ao girassol (Gi), aumenta a produtividade da primeira cultura e reduz a produtividade da segunda cultura? E II) os componentes de produtividade das plantas de mamona e girassol podem ser afetados no sistema de consorciação em relação ao monocultivo. As duas hipóteses foram testadas com experimento em campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Lavoura Seca, localizada no município de Quixadá, CE, nos anos agrícolas de 2008, 2009 e 2010. As coordenadas geográficas da fazenda experimental Lavoura Seca, são: 4° 59' latitude sul, 39° 01' longitude oeste, sendo a altitude local 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, a temperatura média anual de 26,7°C e a umidade relativa do ar, de 70% (Brasil, 1973).

A caracterização do solo da área experimental foi realizada mediante a coleta de uma amostra de solo na profundidade de 0- 20 cm, a qual foi enviada para análise no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC. Os resultados desta análise se encontram na Tabela 1. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho amarelo.

A adubação foi procedida conforme as recomendações da análise de fertilidade do solo cuja base a cultura da mamona. Os fertilizantes empregados foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, na formulação 60:80:60 em 2008, 60:60:60 em 2009 e 60:80:60 em 2010. No girassol a

**Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 1.** Chemical characteristics of soil of the experimental area. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Características químicas	Anos Agrícolas		
	2008	2009	2010
pH em água (1: 2,5)	6,30	5,70	5,70
P <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	5,00	14,00	7,00
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,20	0,23	0,14
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,03	0,03	0,05
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,00	0,10	0,05
Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,16	1,49	1,49
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	1,70	1,30	1,00
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	2,30	0,70	0,80
t (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	4,20	2,33	1,99
T (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	4,36	3,72	3,43
SB(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	4,23	2,26	1,99
V(%)	97,01	60,75	58,01

adubação da mamona e seu consorte foi procedida conforme as recomendações da UFC (1993). Na adubação de fundação usou-se 1/3 da dose recomendada para o nitrogênio, 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 (fonte ureia) e com adição do equivalente a 2 kg boro ha<sup>-1</sup> (fonte borax). A precipitação pluvial ocorrida durante a execução do experimento nos meses de março a julho, foi da ordem de 543,30 e 879,80 mm (5.433 e 8.798 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) nos anos de 2008 e 2009; em 2010 a precipitação pluvial de abril a agosto foi de 247 mm (2.470 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>).

Foram estudadas, em sistema de consorciação, as cultivares de mamona BRS ENERGIA e para o girassol, a EMBRAPA 122. Nos anos agrícolas de 2008, 2009 e 2010 adotou-se o delineamento blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições perfazendo 24 unidades experimentais. A avaliação do padrão de cultivo consorciado e do monocultivo foi realizada mediante uso do delineamento para tratamentos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas pelos tratamentos consórcio e monocultivo e as subparcelas nos anos de condução do experimento 2008, 2009 e 2010, enquanto se adotou, para avaliar o efeito das épocas relativas de plantio do girassol em relação à mamona delineamento para tratamentos em parcelas subdivididas, parcelas formadas pelos tratamentos com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol (0; 7; 14 e 21APMa) para análise de regressão polinomial e as subparcelas pelo anos de condução do experimento 2008, 2009 e 2010.

Os tratamentos avaliados foram: T<sub>1</sub>: mamona + girassol plantio simultâneo (0APMa); T<sub>2</sub>: mamona+ girassol com antecipação do plantio da mamona em 7 dias (7 APMa); T<sub>3</sub>: mamona + girassol com antecipação do plantio da mamona em 14 dias (14 APMa); T<sub>4</sub>: mamona+ girassol com antecipação do plantio da mamona em 21 dias (21 APMa); T<sub>5</sub>: mamona monocultivo e T<sub>6</sub>: girassol monocultivo. Os tratamentos T<sub>5</sub> e T<sub>6</sub> foram semeados ao mesmo tempo que o tratamento T<sub>1</sub>.

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

No consórcio, a população de plantas para a mamona (Ma) foi de 10.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (1 x 1 m) enquanto o girassol (Gi) teve 25.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (1 x 0,4 m). O monocultivo teve suas parcelas constituídas de 4 fileiras de 8 m, nos seguintes espaçamentos: mamona – 1 x 1 m (10.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ) e o girassol – 0,8 x 0,4 m (31.250 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ).

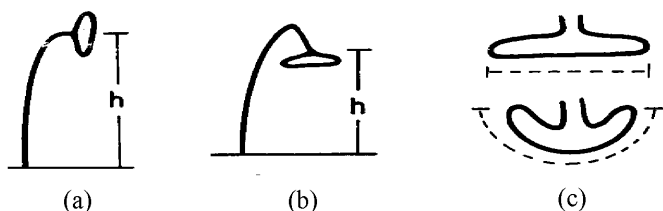
A área útil para coleta do material para o estudo da produção vegetal, foi representada pelas duas fileiras centrais de cada parcela de cada cultura, eliminando-se 1 m de cada extremidade das fileiras. Desta forma, o consórcio teve uma área útil de 12  $\text{m}^2$ ; já o monocultivo de mamona e girassol ocupou uma área útil de 12 e 9,6  $\text{m}^2$ , respectivamente.

O solo foi preparado 2 dias antes do plantio através de gradagem cruzada. A mamona e o girassol foram plantados em covas com 3 a 5 cm de profundidade, com 5 sementes cova $^{-1}$ ; quanto ao desbaste, foi realizado deixando-se uma plântula por cova de mamona e de girassol, que apresentaram crescimento mais vigoroso.

O manejo das plantas daninhas ocorrente na área experimental foi realizado por meio de três capinas manuais, com enxada.

Na avaliação agrônômica da mamona foram avaliadas as seguintes variáveis: a) produtividade de grãos (PG em  $\text{kg ha}^{-1}$ ); b) a altura da planta (AP em m) foi medida com auxílio de uma trena graduada em centímetros, em 4 plantas da área útil em cada parcela escolhida ao acaso; c) o número de racemo por planta (NRP) foi determinado mediante a divisão do número total de racemos colhidos em cada parcela pela quantidade de plantas úteis; f) o comprimento efetivo de racemos (CER em cm) foi determinado através da média de quatro racemos de cada parcela útil.

Na avaliação agrônômica do girassol foram avaliadas as seguintes variáveis: a) produtividade de grãos (PG em  $\text{kg ha}^{-1}$ ); b) altura da planta (AP em m) Figura 1A, altura de capítulo (AC em cm) Figura 1B e diâmetro do capítulo (DC em cm) Figura 1C, medidas com o auxílio de uma trena graduada em centímetros em 4 plantas da área útil em cada parcela, com escolha ao acaso. Todos os dados métricos foram coletadas nas duas culturas com o auxílio de uma trena graduada em centímetros.



**Figura 1.** Ilustração de como foram tomadas as avaliações altura da planta (A), altura de capítulo (B) e diâmetro do capítulo (C) no girassol (Castiglioni et al., 1997)

**Figure 1.** Illustration of how the assessments were made: plant height (a), head height (b) head diameter (c) in sunflower (Castiglioni et al., 1997)

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 nível de 5% de probabilidade. Para tanto, usou-se o ASSISTAT 7,5 beta, Sistema de Análise Estatística da UFCG (Silva & Azevedo, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Mamona

Ocorreu interação significativa ( $p < 0,01$ ) entre os tratamentos (monocultivo e consórcio) e anos de cultivo para produtividade de grãos (Tabela 2). Respostas desta natureza podem ser derivadas da precipitação pluvial ocorrida anos de 2008, 2009 e 2010, respectivamente, 543,30, 879,80 e 247 mm. A produtividade de grãos (Tabela 2) teve significância para fator tratamento ( $p < 0,01$ ) e ano de cultivo ( $p < 0,01$ ). Com relação à comparação de médias pelo teste de Tukey, verificou-se que a produtividade de grãos do consórcio foi inferior à do monocultivo da mamona (Tabela 2).

**Tabela 2.** Quadrado médio e valores médios da produtividade de grãos (PG) e número de racemos por planta (NRP) no sistema de consorciação com antecipação de plantio da mamona, em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 2.** Mean square and mean values of grain yield (GY) and number of racemes per plant (NRP) in intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Fontes de variação	PG ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	NRP
	Quadrado Médio	
Blocos	8.345,77 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>
Tratamento (Trat)	411.525,95**	11,45 *
Resíduo (a)	7.080,83	0,70
Parcelas	-	-
Ano (A)	805.813,79**	108,46**
Trat x A	106.492,78**	0,15 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	6.250,19	0,46
Total	-	-
CV (a)	9,49	17,29
CV (b)	8,91	14,05

Fatores	Valores Médios	
	PG ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	NRP
Tratamentos		
Consórcio	755,46 b	4,27 b
Plantio Isolado	1.017,36 a	5,43 a
Ano		
2008	921,09 b***	4,40 b
2009	1.185,02 a	7,54 a
2010	553,12 c	2,56 c
Média geral	886,41	4,85
DMS (a)	109,31	1,09
DMS (b)	105,37	0,90

\* Significativo nível de 5% ( $p < 0,05$ )

\*\* Significativo nível de 1% ( $p < 0,01$ ) e não significativo (<sup>ns</sup>)

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

A presença do girassol reduziu a produtividade de grãos da mamoneira, em média 25,74% em comparação com o sistema de monocultivo (Tabela 2). A baixa produtividade de grãos da mamoneira obtida em 2010 (Tabela 2) foi bastante inferior ao potencial da cultivar BRS ENERGIA (Embrapa, 2007), o que pode ser atribuído à baixa precipitação pluvial ocorrida no local experimental. Segundo Távora (1982) a precipitação pluvial para a cultura da mamoneira é de pelos menos 600 mm durante o ciclo fenológico. Pesquisadores, dentre eles Távora et al. (1988), Azevedo et al. (2007 a, b), Corrêa et al. (2006), Thanunathan et al. (2008) e Beltrão et al. (2010 a, b) e Kumar et al. (2010) observaram reduções na produtividade da mamoneira em sistemas consorciados com espécies cultivadas.



O número de racemos por planta foi significativo para os fatores tratamentos ( $p < 0,05$ ) e anos de cultivo ( $p < 0,01$ ) Tabela 2. O monocultivo foi superior ao consórcio (Tabela 2) em relação ao número de racemos por planta, expressando que ocorreu competição interespecífica entre as plantas estudadas. As diferenças para ano de cultivo (Tabela 2) podem ser atribuídas à precipitação pluvial diversificada no período de execução do experimento. Resultados diferenciados aos que ocorreram no experimento de consorciação da mamona em girassol para a característica número de racemos por planta (Tabela 2) foram verificados por Azevedo et al. (2007 a) e Kumar et al. (2010).

Não foram observadas interações significativas para o tratamento consorciado ou em monocultivo confrontado com os anos de cultivo na variável altura da planta (Tabela 3). Verificou-se diferença estatística para altura de planta no fator ano de cultivo (Tabela 3). As médias de altura de planta do consorciado ou no monocultivo não foram constatadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) indicando equivalência de competição (Tabela 3).

**Tabela 3.** Quadrado Médio e valores médios da altura de planta (AP) e comprimento de racemo (CR) no sistema de consorciação com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 3.** Mean square and mean values of plant height (PH) and raceme length (CR) in intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Fontes de variação	AP (m)	CR (cm)
	Quadrado Médio	
Blocos	0,0004 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>
Tratamentos (Trat)	0,013 <sup>ns</sup>	50,32*
Resíduo (a)	0,004	1,59
Parcelas	-	-
Ano (A)	2,08**	111,37**
Trat x A	0,004 <sup>ns</sup>	15,12**
Resíduo (b)	0,019	1,66
Total	-	-
CV (a)	4,86	5,68
CV (b)	10,59	5,81
Fatores	Valores Médios	
	AP (m)	CR (cm)
Tratamentos		
Consórcio	1,28 a***	20,75 b
Plantio Isolado	1,33 a	23,64 a
Ano		
2008	1,42 b	23,96 a
2009	1,75 a	24,71 a
2010	0,74 c	17,91 b
Média geral	1,31	22,19
DMS (a)	0,08	1,63
DMS (b)	0,18	1,72

\* Significativo nível de 5% ( $p < 0,05$ )

\*\* Significativo nível de 1% ( $p < 0,01$ ) e não significativo (<sup>ns</sup>)

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

Em relação ao fator anos de cultivo, foram constatadas diferenças significativas pelo teste F (Tabela 3); já em relação aos anos de cultivo, 2010 apresentou resultados inferiores a 2008 e 2009 (Tabela 3), em função, possivelmente, da precipitação pluvial ocorrida no local experimental. No Folder descritivo sobre a cultivar de mamona BRS ENERGIA, o valor médio de altura da planta é de 1,40 m (Embrapa, 2007).

Respostas diferenciadas das que ocorreram no experimento de consorciação da mamona em girassol para altura de planta na cultura principal (Tabela 3), foram encontradas por Azevedo et al. (2007 a) e Kumar et al. (2010).

A análise de variância para comprimento de racemo da mamona (Tabela 3) apresentou resposta significativa para interação ( $p < 0,01$ ) e tratamentos (monocultivo e consórcio). Analisando os fatores isolados (Tabela 3) para tratamentos e anos de cultivo, verifica-se que ocorreram resultados diferenciados  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ .

O tratamento consorciado teve comprimento de racemo inferior ao do monocultivo, o que pode ser atribuído à competição interespecífica pelos recursos do ambiente (Tabela 3). Com relação ao fator ano de cultivo, o maior desempenho foi obtido em 2009, com comprimento de 24,71 cm. No Folder descritivo sobre a cultivar de mamona BRS ENERGIA o valor médio de racemo pode atingir até 80 cm (Embrapa, 2007). Kumar et al. (2010) constataram, estudando a mamona consorciada com algumas culturas anuais em arranjos de fileiras, valores semelhantes para comprimento de racemo primário no consórcio em relação ao monocultivo.

Constatou-se significância estatística para as variáveis PG ( $p < 0,01$ ) e NRP ( $p < 0,01$ ) para o fator ano de cultivo (Tabela 4), em função, provavelmente, da precipitação pluvial sobre as características agrônômicas da mamona. Verificaram-se, na Tabela 4, os resultados das médias dos tratamentos quantitativos antecipação de plantio da mamona (0; 7; 14 e 21 APMa) em relação ao girassol. Ressalta-se, levando em consideração o fator ano de cultivo, que variáveis como produtividade de grãos e número de racemos por planta apresentaram diferenças entre as médias (Tabela 4) evento este passível de ser atribuído à precipitação pluvial ocorrida nas épocas de execução do experimento.

A produtividade de grãos da mamoneira cultivada com girassol no sistema consorciação defasado em relação à cultura principal, apresentou variação na produtividade de grãos de 658,68 a 955,20 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 4), inferior, portanto, à obtido, no Folder da cultivar BRS ENERGIA, que retrata valores médios de 1.800 kg ha<sup>-1</sup> (Embrapa, 2007).

Na análise de variância da regressão a produtividade de grãos (Tabela 5) da mamona em função da sua antecipação de plantio em relação ao girassol (0; 7; 14 e 21 APMa) no sistema de consorciação, apresentou ajustamento ao modelo polinomial de natureza linear ( $p < 0,01$ ). Por sua vez, o número de racemos por planta apresentou ajuste ao modelo linear com  $p < 0,01$  (Tabela 5) e com R<sup>2</sup> de 99,27% (Tabela 6). Conforme Costa (2003) a equação polinomial escolhida para realizar a discussão de uma variável qualquer é aquela que apresenta maior grau; no caso do sistema de consorciação da mamona com girassol em plantios defasados, ocorreu ajuste ao modelo quadrático para produtividade de grãos com coeficiente de determinação igual a 99,91% (Tabela 6).

A antecipação mínima de plantio da mamona em relação ao girassol recomendada com base na equação polinomial, foi 4,16 dias, resultando numa produtividade de grãos da mamoneira mínima de 644,98 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 6). Além disto, se observou que a produtividade de grãos mínima estimada foi a 2,15 % inferior à constatada no tratamento com 7 APMa (Tabela 4).

**Tabela 4.** Quadrado médio e valores médios dos tratamentos quantitativos da produtividade de grãos (PG) e número de racemos por planta (NRP) no sistema de consorciação com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 4.** Mean square and mean values of quantitative treatments of grain yield (GY) and number of racemes per plant (NRP) in intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Fontes de variação	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	NRP
	Quadrado Médio	
Blocos	12.979,69 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>
Tratamento (Trat)	12.979,69 -- <sup>w</sup>	10,29--
Resíduo (a)	16.485,03	0,39
Parcelas	-	-
Ano (A)	2.711.563,17**	95,57 **
Trat x A	41.551,52*	3,68 **
Resíduo (b)	14.955,86	0,98
Total	-	-
CV (a)	16,99	14,77
CV (b)	16,18	23,18
Fatores	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	NRP
	Valores médios	
Tratamentos		
0APMa	662,15	3,14
7APMa	658,68	4,02
14APMa	745,83	4,56
21APMa	955,20	5,35
Ano		
2008	713,02 b <sup>z</sup>	3,79 b
2009	1186,71a	6,91 a
2010	366,66 c	2,09 c
Média geral	755,46	4,27
DMS (b)	107,92	0,87

\* Significativo nível de 5% (p < 0,05)

\*\* Significativo nível de 1% (p < 0,01) e não significativo (ns)

<sup>w</sup> Dados quantitativos usados na análise de regressão

<sup>y</sup> 0APMa: Plantio simultâneo da mamona e girassol e <sup>z</sup> 7APMa: antecipação do plantio da mamona em 7 dias

<sup>z</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

**Tabela 5.** Quadrado Médio da regressão polinomial para produtividade de grãos (PG) e número de racemos por planta (NRP) no sistema de consorciação sistema de consorciação com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 5.** Mean square of the polynomial regression for grain yield (GY) and number of racemes per plant (NRP) in intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Fontes de variação	GL	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	NRP
		Quadrado Médio	
1 grau	1	560.263,89**	30,66**
2 grau	1	135.911,85*	0,019 <sup>ns</sup>
3 grau	1	599,02 <sup>ns</sup>	0,203 <sup>ns</sup>
Resíduo	9	-	-
Total	3	-	-

Referida discrepância do dado estimado mínimo inferior à obtida no valor observado ocorreu em função, possivelmente, de fatores de natureza aleatória. As equações polinomiais estimadas para produtividade de grãos tiveram coeficiente de X<sup>2</sup> com sinal positivo (Tabela 6) resultando, portanto, em valor mínimo na variável analisada. Tal argumento apresenta fundamentação teórica no relato de Costa (2003).

Referente à antecipação no plantio da mamona em relação ao girassol nas condições do agroecossistema da fazenda Lavoura Seca, Quixadá, nos anos de 2008 a 2010,

**Tabela 6.** Equações de regressão polinomial para produtividade de grãos (PG) e número de racemos por planta (NRP) com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 6.** Polynomial regression equations for grain yield (PG) and number of racemes per plant (NRP) in the intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Regressão polinomial	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	NRP
1 grau	Y = 663,73 + 9,00x	Y = 1.074,00 + 10,23x
2 grau	Y = 663,73 + 9,00x + 1,08x <sup>2</sup>	-
Coeficientes de determinação		
R <sup>2</sup> (%)	99,91	99,27

recomenda-se o cultivo da cultura principal 21 dias antes do consorte, a fim de reduzir a competição interespecífica. A antecipação no plantio da mamona em relação ao girassol de 21 dias, proporcionou um rendimento de grãos da mamona de 955,20 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 4) resultando numa diminuição de 6,09 % em relação ao seu monocultivo (Tabela 2). Alguns pesquisadores indicaram, estudando outros agroecossistemas de consorciação com *Ricinus communis*, a exemplo, mamona + gergelim e mamona + amendoim, que o cultivo da espécie consorte deve ocorrer entre 15 e 20 dias depois da cultura principal (Beltrão et al., 2010a,b). Alterações nas épocas relativas de plantio nos agroecossistemas de consorciação apresentam grande significância tendo, como propósito principal, a redução da competição interespecífica entre as espécies cultivadas aumentando assim, a produtividade. Os sistemas de consorciação em plantio antecipado, escalonado ou defasado ocorrem em diversos agroecossistemas, por exemplo, mandioca + soja (Mbah et al., 2007), milho + feijão caupi (Flesch, 2002; Maurice et al., 2010), girassol + cana-de-açúcar (Peña et al., 1989), algodão + amendoim (Araújo et al., 2006), feijão comum + milho (Francis et al. 1982; Silva et al., 2001).

Observou-se significância estatística para as variáveis AP (p<0,01) e CR (p<0,01) para o fator ano de cultivo (Tabela 7). Para o fator ano de cultivo ocorreram diferenças entre as médias a nível de 5% pelo Teste de Tukey para as variáveis AP e CR (Tabela 7), expressando a grande influência da precipitação pluvial nas características agrônômicas da mamona.

O resultado da análise de variância da regressão para altura de planta e o comprimento de racemo (Tabela 8) da mamona com plantio antecipado em relação ao girassol (0; 7; 14 e 21APMa) no sistema de consorciação apresentaram ajustamento aos modelos polinomiais de natureza quadrática com p<0,01 e p<0,05. A altura de planta e o comprimento de racemo apresentaram coeficientes de determinação de 74,84 e 96,65% (Tabela 9).

## Girassol

Para a produtividade do girassol não se verificou interação significativa entre os fatores tratamento (monocultivo e consórcio) e ano de cultivo (Tabela 10). Os fatores isolados (Tabela 10) tratamento (monocultivo e consórcio) e ano de cultivo, apresentaram a mesma significância estatística (p<0,01).

Ressalta-se que o tratamento consorciado apresentou reduções de 44,17% na produtividade grãos do girassol, em relação ao seu

**Tabela 7.** Quadrado Médio da altura de planta (AP) e comprimento de racemo (CR) no sistema de consorciação com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 7.** Mean square of plant height (PH) and raceme length (CR) in the intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Fontes de variação	AP (m)	CR (cm)
	Quadrado Médio	
Blocos	0,008 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Tratamento (Trat)	0,067 <sup>***</sup>	14,98 <sup>***</sup>
Resíduo (a)	0,030	4,23
Parcelas	-	-
Ano (A)	4,168 <sup>**</sup>	232,43 <sup>**</sup>
Trat x A	0,030 <sup>ns</sup>	4,42 <sup>*</sup>
Resíduo (b)	0,040	1,69
Total	-	-
CV (a)	13,63	9,91
CV (b)	15,60	6,27

Fatores	Valores Médios	
	AP (m)	CR (cm)
Tratamentos		
0APMa	1,17	19,63
7APMa	1,29	20,19
14APMa	1,34	20,95
21APMa	1,33	22,21
Ano		
2008	1,37 b <sup>z</sup>	21,00 b
2009	1,75 a	24,43 a
2010	0,74 c	16,82 c
Média geral	1,28	20,75
DMS (b)	0,17	1,14

\* Significativo a nível de 5% (p < 0,05)

\*\* Significativo a nível de 1% (p < 0,01) e não significativo (<sup>ns</sup>)

<sup>z</sup> Dados quantitativos usados na análise de regressão

0APMa: Plantio simultâneo da mamona e girassol e 7APMa: antecipação do plantio da mamona em 7 dias

<sup>z</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

**Tabela 8.** Quadrado Médio da regressão polinomial para altura de planta (AP) e comprimento de racemo (CR) no sistema de consorciação da mamona com girassol em plantio defasado no regime de sequeiro, Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 8.** Mean square of the polynomial regression of plant height (PH), raceme length (CR) in the intercropping system with lagged planting of castor bean in relation to sunflower under rainfed conditions. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Fontes de variação	GL	AP (m)	CR (cm)
Regressão			
1 grau	1	0,15 <sup>**</sup>	43,45 <sup>*</sup>
2 grau	1	0,043 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>
3 grau	1	0,00006 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
Resíduo	9	0,043 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>
Total	3	0,00006 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>

\* Significativo ao nível de 5% (p < 0,05)

\*\* Significativo a nível de 1% (p < 0,01) e não significativo (<sup>ns</sup>)

monocultivo, possivelmente em decorrência da competição de natureza intra e interespecífica (Tabela 10). Na análise do fator ano de cultivo constatou-se que o maior valor no rendimento do girassol ocorreu no ano de 2008, com 1.126,95 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 10). Reduções no rendimento do girassol em regime de consorciação 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 Shanthi et al. (2009).

Ocorreu significância estatística (p < 0,01) para altura de planta do girassol no fator ano de cultivo (Tabela 10). A análise

**Tabela 9.** Equações de regressão polinomial para altura de planta (AP) e comprimento de racemo (CR) no sistema de consorciação com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 9.** Polynomial regression equations for plant height (PH), raceme length (CR) in the intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Regressão polinomial	AP (m)	CR (cm)
1 grau	Y = 1,21 + 0,007x	Y = 19,47 + 0,12x
Coeficientes de determinação		
R <sup>2</sup> (%)	74,84	96,65

**Tabela 10.** Quadrado médio e valores médios da produtividade de grãos (PG), altura da planta (AP), altura de capítulo (AC), diâmetro do capítulo (DC) no sistema de consorciação com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 10.** Mean square and mean values of grain yield (GY), plant height (PH), head height (HH) and head diameter (DH) in the intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Fontes de variação	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	AP (cm)	AC (m)	DC (cm)
	Quadrado Médio			
Blocos	8.658,84 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	3,16 <sup>ns</sup>
Tratamento (Trat)	1.017.503,27 <sup>**</sup>	0,027 <sup>ns</sup>	0,029 <sup>*</sup>	1,26 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	1.458,81	0,006	0,001	2,01
Parcelas	-	-	-	-
Ano (A)	962.901,36 <sup>**</sup>	0,314 <sup>**</sup>	0,058 <sup>**</sup>	77,58 <sup>**</sup>
Trat x A	6.135,58 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	4.382,88	0,009	0,008	3,59
Total	-	-	-	-
CV (a)	5,25	6,97	5,00	11,34
CV (b)	9,11	8,06	11,09	15,16

Fatores	Valores Médios			
	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	AP (m)	AC (m)	DC (cm)
Tratamentos				
Consórcio	520,48 b <sup>***</sup>	1,21 a	0,84 a	12,27 a
Plantio Isolado	932,29 a	1,14 a	0,77 b	12,73 a
Ano				
2008	1.126,95 a	1,26 a	0,79 ab	16,08 a
2009	530,98 b	1,31 a	0,90 a	10,41 b
2010	521,22 b	0,95 b	0,73 b	11,01 b
Média geral	726,38	1,18	0,81	12,50
DMS (a)	49,61	0,10	0,05	1,84
DMS (b)	88,24	0,12	0,12	2,52

\* Significativo a nível de 5% (p < 0,05)

\*\* Significativo a nível de 1% (p < 0,01) e não significativo (<sup>ns</sup>)

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

do teste de separação de médias Tukey, não apresentou resultado significativo para o tratamento consorciado em comparação ao monocultivo sinalizando que altura de planta teve efeito da competição intra e interespecífica de mesma intensidade (Tabela 10). Resultados semelhantes aos da pesquisa com mamona + girassol, foram detectados por Saleem et al. (2003) para altura de planta de girassol sob regime de consorciação. Respostas diferenciadas em referência à variável altura de planta do girassol no sistema de plantio consorciado, foram relatadas por autores como Bayu et al. (2007). Quanto ao fator ano de cultivo, verificaram-se diferenças entre as médias pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade (Tabela 10).

A variável altura de capítulo (AC) não apresentou interação significativa entre os fatores tratamento (monocultivo e consórcio) e ano de cultivo (Tabela 10) sugerindo independência dos fatores estudados. Os fatores tratamento (monocultivo e



consórcio) e ano de cultivo apresentaram resultados significativos com  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$  (Tabela 10). Os fatores tratamento (monocultivo e consórcio) e ano de cultivo apresentaram resultados diferenciados, quando foi aplicado o teste de Tukey para separação de médias a nível de 5% de probabilidade (Tabela 10). As precipitações pluviárias distintas ocorridas no período de execução do experimento proporcionaram diferenças entre as médias de altura de capítulo do girassol (Tabela 10).

O diâmetro do capítulo de girassol não teve interação significativa ( $p > 0,05$ ) entre os fatores tratamento (monocultivo e consórcio) e ano de cultivo (Tabela 10). Com relação aos fatores isolados, foi constatada significância estatística ( $p < 0,01$ ) para ano de cultivo (Tabela 10). Considerando

**Tabela 11.** Quadrado médio e valores médios dos tratamentos quantitativos da produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP), altura de capítulo (AC), diâmetro do capítulo (DC) no sistema de consorciação com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 11.** Mean square and mean values of the quantitative treatments of grain yield (GY), plant height (PH), head height (HH) and head diameter (DH) in the intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Fontes de variação	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	AP (m)	ACC (m)	DC (cm)
Blocos	7.532,78 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
Tratamento (Trat)	220.110,87 <sup>-</sup>	0,018 <sup>-</sup>	0,11 <sup>-</sup>	7,62 <sup>-</sup>
Resíduo (a)	17.137,66	0,017	0,01	1,42
Parcelas	-	-	-	-
Ano (A)	1.754.726,83 <sup>**</sup>	0,90 <sup>**</sup>	0,17 <sup>**</sup>	144,73 <sup>**</sup>
Trat x A	6.165,97 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>**</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	2,96 <sup>*</sup>
Resíduo (b)	19.390,30	0,01	0,01	3,00
Total	-	-	-	-
CV (a)	25,15	10,85	14,34	9,73
CV (b)	26,75	9,46	14,78	14,12

Fatores	Valores Médios			
	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	AP (m)	AC (m)	DC (cm)
Tratamentos				
0APMa	576,04	1,18	0,70	12,72
7APMa	661,11	1,24	0,89	13,03
14APMa	502,77	1,25	0,90	12,12
21APMa	342,01	1,18	0,88	11,22
Ano				
2008	902,34 a <sup>z</sup>	1,31 a	0,86 a	15,70 a
2009	311,97 b	1,39 a	0,94 a	10,05 b
2010	347,13 b	0,94 b	0,73 b	11,08 b
Média geral	520,48	1,21	0,84	12,27
DMS (b)	122,87	0,10	0,11	1,53

\* Significativo a nível de 5% ( $p < 0,05$ )

\*\* Significativo a nível de 1% ( $p < 0,01$ ) e não significativo (<sup>ns</sup>)

0APMa: Plantio simultâneo da mamona e girassol e 7APMa: antecipação do plantio da mamona em 7 dias

<sup>z</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

os resultados verificados anos de cultivo, constatou-se que ocorreram diferenças entre médias (Tabela 10) pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. O fator tratamento consorciado ou em monocultivo não diferiu pelo teste de Tukey (Tabela 10) indicando a ocorrência de igualdade nos efeitos de competição intra e interespecífica entre as plantas estudadas. Resultados diferenciados aos constatados no ensaio de consorciação mamona com girassol foram constatados em experimentos desenvolvidos por Rosales & Mora (2009) na área do capítulo, Saleem et al. (2003) e Olowe & Adeyemo (2009) no diâmetro do capítulo de girassol.

No que se refere à cultura do girassol, foi constatada significância estatística para as variáveis PG ( $p < 0,01$ ), AP ( $p < 0,01$ ), AC ( $p < 0,01$ ), DC ( $p < 0,01$ ) e para fator ano de cultivo (Tabela 11). Analisando a Tabela 11, observa-se que as variáveis PG, AP, AC e DC apresentaram diferenças entre as médias a nível de 5% pelo Teste de Tukey para o fator ano de cultivo, expressando a grande influência da precipitação pluviária sobre as características agrônômicas do girassol. Na Tabela 11 se encontram, também, os dados quantitativos relacionados à época de defasagem do girassol para as PG, AP, AC e DC. A produtividade de grãos, altura de planta, altura de capítulo do caule e diâmetro de capítulo do girassol em consorciação com antecipação de plantio mamona em relação ao girassol, apresentaram variação 342,01 a 661,11 kg ha<sup>-1</sup>; 1,18 a 1,25 m; 0,70 a 0,90 m e 11,22 a 13,03 cm, levando-se em consideração os dados quantitativos (Tabela 11).

Na análise de regressão para produtividade de grãos e altura de capítulo do girassol em função da antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol, verificou-se um ajustamento

**Tabela 12.** Quadrado médio da regressão polinomial da produtividade de grãos (PG), altura de planta (AP), altura de capítulo (AC), diâmetro do capítulo (DC) do girassol com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 12.** Mean square of the polynomial regression for grain yield (GY), plant height (PH), head height (HH) and head diameter (DH) of sunflower in the intercropping system with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Fontes de variação	GL	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	AP (m)	AC (m)	DC (cm)
Regressão					
1 grau	1	444.190,03 <sup>**</sup>	0,00002 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>**</sup>	17,60 <sup>**</sup>
2 grau	1	181.302,08 <sup>**</sup>	0,055 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>*</sup>	4,32 <sup>ns</sup>
3 grau	1	34.840,51 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>
Resíduo	9	-	-	-	-
Total	3	-	-	-	-

\* Significativo a nível de 5% ( $p < 0,05$ )

\*\* Significativo a nível de 1% ( $p < 0,01$ ) e não significativo (<sup>ns</sup>)

**Tabela 13.** Equações de regressão polinomial para produtividade de grãos (PG), altura de capítulo (AC), diâmetro do capítulo (DC) do girassol com antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol. Quixadá, CE, 2008, 2009 e 2010

**Table 13.** Polynomial regression equations for grain yield (GY), plant height (PH), head height (HH) and head diameter (DH) of sunflower with early planting of castor bean in relation to sunflower. Quixadá, CE, 2008, 2009 and 2010

Regressão polinomial	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	AC (m)	DC (cm)
1 grau	$Y = 588,09 + 14,04 x$	$Y = 0,71 + 0,03 x$	$Y = 13,09 + 0,07 x$
2 grau	$Y = 588,09 + 14,04 x - 1,25x^2$	$Y = 0,71 + 0,03 x - 0,001x^2$	-
3 grau	-	-	-
Coeficientes de Determinação			
R <sup>2</sup> (%)	94,72	96,67	77,00



ao modelo polinomial quadrático com  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$  (Tabela 12), tendo  $R^2$  de 94,72 e 96,67% (Tabela 13). O valor ótimo da antecipação de plantio da mamona em relação ao girassol, foi de 5,62 e 15 dias, resultando em uma produtividade de grãos e altura de capítulo máximas do girassol de 627,51 kg ha<sup>-1</sup> e 0,93 m.

A variável altura de planta não apresentou significância ( $p > 0,05$ ) na análise de regressão polinomial (Tabela 12) ao passo que o diâmetro de capítulo do girassol teve significância na análise de variância, com  $p < 0,01$  (Tabela 12), tendo ajuste ao modelo polinomial linear com  $R^2$  de 77,0% (Tabela 13).

## CONCLUSÕES

A mamona e o girassol apresentaram redução na produtividade de grãos dos sistemas consorciados, em relação aos monocultivos.

Nos sistemas de consórcio com antecipação de plantio, o maior rendimento foi obtido quando o plantio da mamona foi antecipado em relação ao girassol, de 21 dias.

O girassol não manifestou variações na altura de planta nem no diâmetro do capítulo, nos tratamentos consorciados em relação ao monocultivo.

## LITERATURA CITADA

- Araújo, A. C. de; Beltrão, N. E. de M.; Bruno, G. B.; Moraes, M. dos, S. Cultivares, épocas de plantio e componentes da produção no consórcio de algodão e amendoim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.2, p.357-363, 2006. <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662006000200016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662006000200016&script=sci_arttext)>. 10 Out. 2011. doi:10.1590/S1415-43662006000200016.
- 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*, v.11, n.2, p.91-105, 2007a. <[http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1122007005\\_rbof,11\(2\),97-105,2007.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1122007005_rbof,11(2),97-105,2007.pdf)>. 17 Out. 2011.
- 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 Nordeste. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.11, n.3, p.145-162, 2007b. <[http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1132007004\\_rbof,11\(3\),145-162,2007.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1132007004_rbof,11(3),145-162,2007.pdf)>. 17 Out. 2011.
- Bayu, W.; Addisu, M.; Tadesse, B.; Admassu, L. Intercropping tef and sunflower in semi-arid areas of Welo, Ethiopia. *Tropical Science*, v.47, n.1, p.16-21, 2007. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ts.185/pdf>>. 12 Sep. 2011. doi:10.1002/ts.185.
- 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*, v.5, n.5, p.67-73, 2010a. <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/384>>. 03 Out. 2011.
- Beltrão, N. E. M.; Vale, L. S.; Marques, L. F.; Cardoso, G. D.; Souto, J. S. Consórcio mamona e amendoim: Opção para a agricultura familiar. *Revista Verde*, v.5, n.4, p.222-227, 2010b. <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/382>>. 03 Out. 2011.
- Brasil. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará. v.1. Rio de Janeiro: MAPA/SUDENE. 1973. 301p. (Boletim Técnico, 28).
- Castiglioni, V. B. R.; Balla, A.; Castro, C. de; Silveira, J. M. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 24p. (Documentos, 59).
- Corrêa, M. L. P. Comportamento da mamoneira consorciada com caupi, sorgo e amendoim. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2005. 84p. Dissertação Mestrado.
- 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. <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/201>>. 18 Set. 2011.
- Costa, J. R. Técnicas experimentais aplicadas às ciências agrárias. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 102 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 163).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Mamona BRS ENERGIA. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 4p. <[http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2007/Folder\\_brs\\_energia.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2007/Folder_brs_energia.pdf)>. 10 Dez. 2011.
- Flesch, R. D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.1, p.51-56, 2002. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2002000100007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2002000100007)>. 05 Out. 2011. doi:10.1590/S0100-204X2002000100007.
- Francis, C. A.; Prager, M.; Tejada, G. Effects of relative planting dates in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and maize (*Zea mays* L.) intercropping patterns. *Field Crops Research*, v.5, p.45-54, 1982. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378429082900053>>. 12 Sep. 2011. doi:10.1016/0378-4290(82)90005-3.
- 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. <[http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v10n01\\_063.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v10n01_063.pdf)>. 21 Set. 2011.
- Kumar, H. C. S.; Mudalagiriappa; 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. <[http://www.uasbangalore.edu.in/attachments/MJAS-44\(3\)-2010.pdf](http://www.uasbangalore.edu.in/attachments/MJAS-44(3)-2010.pdf)>. 06 Sep. 2011.
- Lopez, J.; Baldini, M.; Quagliotti, L.; Olivieri, A. M. Intercropping sunflower and maize in Mozambique. *Helia*, v.24, n.35, p.1-10, 2001. <<http://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=1018-18060135001L>>. 22 Sep. 2011.

- Maurice, G.; Albert, N.; Isidore, T.; François, A. A. Altering the time of intercropping cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) relative to maize (*Zea mays* L.): A food production strategy to increase crop yield attributes in Adamaw-cameroon. *World Journal of Agricultural Sciences*, v.6, n.5, p.473-479, 2010. <[http://www.idosi.org/wjas/wjas6\(5\)/1.pdf](http://www.idosi.org/wjas/wjas6(5)/1.pdf)>. 07 Oct. 2011.
- 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. <<http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=93970203>>. 12 Oct. 2011.
- Olowe, V. I. O.; Adeyemo, A. Y. Enhanced crop productivity and compatibility through intercropping of sesame and sunflower varieties. *Annals of Applied Biology*, v.155, n.2, p.285-291, 2009. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.2009.00340.x/full>>. 10 Sep. 2011. doi:10.1111/j.1744-7348.2009.00340.x.
- Peña, J. A.; Dominguez, P.; Agudelo, O. Epocas de siembra de girasol intercalado en caña de azúcar. *Acta Agronomica*, v.39, n.3-4, p.150-158, 1989. <[http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/15427](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/15427)>. 30 Set. 2011.
- Rosales, E. J. M.; Estrada, J. E.; Sandoval, J. L. Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo y asociado con girasol (*Helianthus annuus* L.). *Universidad y Ciencia*, v.24, n.1, p.1-10, 2008. <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=15424101>>. 29 Set. 2011.
- 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. <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/939/93912996011.pdf>>. 30 Sep. 2011.
- 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. <<http://scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2003.1187.1190>>. 22 Sep. 2011. doi:10.3923/pjbs.2003.1187.1190.
- 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. <<https://sites.google.com/site/majmasu/archive/96-7-12>>. 12 Oct. 2011.
- Silva, F. de A. S.; Azevedo, C. A. V. de. 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. <<http://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=29066&t=2&redir=&redirType=>>>. 05 Sep. 2011.
- Silva, L. O. e; Viera, C.; Cardoso, A. A.; Araújo, G. A. de, A. Cultura associada de feijão e milho. XIII - Retardamento de plantio de uma ou outra das culturas. *Revista Ceres*, v.48, n.278, p.583-592, 2001. <<http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V48N279P11401.pdf>>. 07 Out. 2011.
- Távora, F. J. A. F. A cultura da mamona. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.
- Távora, F. J. A. F.; Melo, F. I. O.; Silva, F. P. da; Barbosa Filho, M. Consorciação d mamona com culturas anuais de ciclo curto. *Revista Ciência Agrônômica*, v.19, n.2, p.85-94, 1988. <<http://www.ccarevista.ufc.br/site/download.php?arq=14rca19-2.pdf>>. 05 Set. 2011.
- 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. <<https://sites.google.com/site/majmasu/archive/vol95-1-6-1>>. 12 Oct. 2011.
- Universidade Federal do Ceará - UFC. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. Fortaleza: UFC, 1993. 248p.