



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

**ANIELSON DOS SANTOS SOUZA**

**MANEJO CULTURAL DA MAMONEIRA: ÉPOCA DE PLANTIO, IRRIGAÇÃO,  
ESPAÇAMENTO E COMPETIÇÃO DE CULTIVARES**

**FORTALEZA  
2007**

**ANIELSON DOS SANTOS SOUZA**

**MANEJO CULTURAL DA MAMONEIRA: ÉPOCA DE PLANTIO, IRRIGAÇÃO,  
ESPAÇAMENTO E COMPETIÇÃO DE CULTIVARES**

Tese submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do grau de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Ph. D. Francisco José A. F. Távora

**FORTALEZA**

**2007**

**ANIELSON DOS SANTOS SOUZA**

**MANEJO CULTURAL DA MAMONEIRA: ÉPOCA DE PLANTIO, IRRIGAÇÃO,  
ESPAÇAMENTO E COMPETIÇÃO DE CULTIVARES**

Tese submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do grau de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em 27/03/2007

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Francisco José Alves Fernandes Távora, Ph. D. (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof. João Bosco Pitombeira, Ph. D. (Conselheiro)  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof. Francisco Marcus Lima Bezerra, D. Sc. (Conselheiro)  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão, D. Sc. (Conselheiro)  
Embrapa Algodão

---

Prof<sup>a</sup>. Maria de Fátima Barbosa Coelho, D. Sc. (Conselheira)  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido

A **DEUS** pela vida e  
aos meus pais, **José e Edith**, pelo exemplo.

**DEDICO**

Aos meus irmãos **Alexandre, Anielda e Adenille**. A minha  
esposa **Emanuela**.

Aos meus avós *in memoriam*, aos meus tios, primos e amigos,  
pelo incentivo, carinho e amizade.

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A **DEUS**, por estar sempre presente em minha vida e por ter tornado possível a realização deste trabalho.

Ao professor Francisco José Alves Fernandes Távora, pela orientação, apoio, dedicação, profissionalismo e amizade.

Aos que fazem a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pelo apoio na realização da pesquisa, especialmente ao professor Ervino Bleicher, em nome de quem agradeço aos demais professores do Departamento de Fitotecnia.

Aos examinadores da tese pela atenção e empenho na correção do trabalho.

Ao professor Marcus Bezerra pela colaboração na implantação do experimento, e ao Doutor Napoleão Esberard de Macedo Beltrão, pela ajuda indispensável.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão de bolsa.

Aos funcionários da Fazenda Experimental do Vale do Curu, especialmente, aos amigos Valmir, Iron e Jandeco.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial, aos amigos Deocleciano, Pedro e Mantovan e Eliane.

A todos da Biblioteca de Ciência e Tecnologia pelo suporte bibliográfico.

Aos amigos e colegas da Pós-Graduação pelo convívio saudável.

Aos meus amigos e amigas, e a TODOS que contribuíram, de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

**“O homem, revestido de honrarias, mas sem entendimento, é, antes, como os animais, que perecem.”**

Salmo, 49:20.

## RESUMO

A mamoneira é uma planta oleaginosa arbustiva, e o óleo de suas sementes possui inúmeras aplicações industriais. Contudo, na atualidade tem-se dado ênfase ao seu emprego na produção de combustível renovável (biodiesel). O que reveste a cultura de grande importância econômica e ambiental. Desse modo, foram conduzidos dois ensaios experimentais durante os anos de 2003, 2004 e 2005, com o objetivo de avaliar o comportamento da mamoneira cultivada em diferentes épocas, espaçamentos e sob condições irrigadas e de sequeiro. Os trabalhos foram conduzidos na Fazenda Experimental Vale do Curu, que pertence ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. No primeiro experimento a mamoneira cv. "BRS 149 Nordestina" foi semeada em quatro épocas, combinadas com dois regimes de irrigação. No segundo experimento, foram testadas duas cultivares (BRS 149 Nordestina e Mirante 10) semeadas em três espaçamentos e em duas épocas distintas. Verificou-se que a antecipação da semeadura para janeiro de 2004 com o uso da irrigação promoveu incrementos na produtividade de grãos e no número de racemos por planta, os quais possuem maior tamanho, peso e número de frutos. A suplementação hídrica foi mais vantajosa no início do crescimento da cultura do que após o término da estação chuvosa. As sementes dos racemos secundários e terciários possuem maior teor de óleo e massa de sementes. No experimento de 2005 foram obtidos os seguintes resultados: a época de plantio associada à irrigação promoveu aumentos da altura da planta, do número de ramos laterais e do número de internódios, além de retardar o florescimento e aumentar a produtividade de grãos. O número de racemos e de frutos por racemo reduziu com o plantio de sequeiro. Os racemos que mais contribuíram com a produtividade total foram os secundários seguidos dos terciários. A cv. Nordestina apresentou maior massa e teor de óleo das sementes do que a cv. Mirante 10. Em média sob condições irrigadas a massa das sementes aumentou, independente do espaçamento ou da cultivar utilizada. Por outro lado, a antecipação do plantio associada à irrigação reduziu o teor de óleo das sementes.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., manejo cultural, produtividade.

## ABSTRACT

The castor bean is an oil seed crop, and the oil present in the seeds has several industrial applications. Recently it has been suggested to be used as a renewable fuel (Biodiesel). As a consequence the crop has assumed a relevant ecological and economic importance. Two field studies were conducted in 2003, 2004 and 2005, with the objective of evaluating the behavior of castor bean grown at different times and spacing and under irrigated and rainfed conditions. The experiments were carried out at the "Fazenda Experimental do Vale do Curu", belonging to the Universidade Federal do Ceará, Brazil. In the first experiment the castor plant cv. BRS 149 Nordestina was sown at four different times of planting combined with two irrigation regimes. In the second experiment, two cultivars were evaluated (BRS 149 Nordestina and Mirante 10) seeded in three plant spacing and two different times. Irrigation was more profitable at the beginning of the cycle, prior the rain season than at the end of the rain period, at the end of the plant growth cycle. The combination of the anticipation of the sowing in January of 2004 with the use of irrigation promoted increments in the seed yield and number of racemes for plant and higher weight and number of fruits per raceme. Irrigation yielded better results when was associated with the earliness of planting, as compared with application of water at the end of the raining season. The seeds of the secondary and tertiary racemes possessed greater oil content and seeds weigh. When sowed in December of 2003 the primary racemes produced very light seeds. In the experiment of 2005 the following results were observed: the combination of anticipation of sowing with irrigation promoted increases of the height of the plant, number of lateral branches and the number of internodes, delayed flowering and increased grain yield. Under rain red conditions the number the number of fruits per raceme was reduced. Secondary racemes were responsible for the higher proportion of total seed yield, followed by the tertiary racemes. The cv. BRS 149 Nordestina showed higher seed weigh and oil content. Under irrigation condition the weigh of the seeds increased, independent of the spacing or cultivar used. The early planting associated with the irrigation practice reduced the oil content of the seeds.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., crop management, grain yield.



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

	Página
<b>FIGURA 1</b> – Médias mensais da precipitação pluvial, registrada durante a condução do experimento no período de 05/12 de 2003 a 15/12 de 2004 na Fazenda Experimental Vale do Curu - CCA/UFC. Pentecoste – CE, 2004.....	67
<b>FIGURA 2</b> – Distribuição dos tratamentos no campo experimental. Pentecoste – CE, 2004.....	70
<b>FIGURA 3</b> – Vista geral da área experimental após a marcação das parcelas na primeira época de plantio. Pentecoste – CE. 2004. ....	71
<b>FIGURA 4</b> – Adubação de cobertura da mamoneira aos 30 dias após o plantio. Pentecoste – CE, 2004.....	72
<b>FIGURA 5</b> – Cultivar “BRS 149 Nordestina” apresentando o racemo principal com formato cônico (A) e sementes de coloração preta (B). Pentecoste – CE, 2004.....	74
<b>FIGURA 6</b> – Colheita (A) e secagem (B) dos racemos. Pentecoste – CE, 2004..	78
<b>FIGURA 7</b> – Racemo da mamoneira “BRS 149 Nordestina”, o local de medição do comprimento é indicado com o detalhe em vermelho. Pentecoste – CE, 2004.....	79
<b>FIGURA 8</b> – Amostras de sementes identificadas para determinação do teor de óleo (A). Aparelho de Ressonância Magnética Nuclear <b>RMN</b> utilizado para determinar o teor de óleo nas sementes (B). Pentecoste – CE, 2004.....	80
<b>FIGURA 9</b> – Determinação da massa de mil sementes da mamoneira cv. “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste – CE, 2004.....	80
<b>FIGURA 10</b> – Comprimento médio do racemo nos diferentes tratamentos estudados. As colunas seguidas de letras diferentes (dms= 4,96 cm) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 5%. Pentecoste – CE, 2004. ....	87
<b>FIGURA 11</b> – Número médio de frutos por racemo da cultivar de mamona “BRS 149 Nordestina” nos diferentes tratamentos. As colunas seguidas por letras diferentes (dms= 6,46), diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Pentecoste – CE, 2004.....	88

### CAPÍTULO 3

	Página
<b>FIGURA 1</b> – Número médio de internódios até a emissão do primeiro racemo, e número médio de dias para o início da floração da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina”. As colunas seguidas de letras iguais minúsculas para início da floração (dms= 4,60), e maiúsculas para número de internódios (dms= 3,38) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Pentecoste – CE, 2004 .....	119
<b>FIGURA 2</b> – Produtividade média de grãos da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina”. As colunas seguidas de letras iguais (dms= 1.275), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Pentecoste – CE, 2004.....	121
<b>FIGURA 3</b> – Rendimento médio de óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da cultivar “BRS 149 Nordestina”. As colunas seguidas de letras diferentes (dms= 598,89), indicam diferença estatística entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Pentecoste – CE, 2004.....	123
<b>FIGURA 4</b> – Rendimento relativo de grãos da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina”. As colunas seguidas de letras iguais (dms= 8,44), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Pentecoste – CE, 2004.....	125
<b>FIGURA 5</b> – Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total da mamoneira da cultivar “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste – CE, 2004. ....	126

### CAPÍTULO 4

	Página
<b>FIGURA 1</b> – Médias mensais da precipitação pluvial, registrada durante a condução do experimento no período de 19/02 a 18/12 de 2005 na Fazenda Experimental do Vale do Curu - CCA/UFC. Pentecoste – CE, 2005 .....	140
<b>FIGURA 2</b> – Adubação de cobertura da mamoneira aos 30 dias após o plantio. Pentecoste – CE, 2005.....	143
<b>FIGURA 3</b> – Cultivar “BRS 149 Nordestina” na fase vegetativa (A) e em plena produção (B). Pentecoste – CE, 2005. ....	145

<b>FIGURA 4</b>	– Cultivar “Mirante 10” com racemos primário e secundário (A) e suas sementes (B). Pentecoste – CE, 2005. ....	<b>146</b>
<b>FIGURA 5</b>	– Realização de capina para o controle de plantas daninhas. Pentecoste – CE, 2005 .....	<b>147</b>
<b>FIGURA 6</b>	– Colheita (A) e secagem dos racemos (B). Pentecoste – CE, 2005. ....	<b>147</b>
<b>FIGURA 7</b>	– Amostras de sementes identificadas para determinação do teor de óleo (A). Aparelho de Ressonância Magnética Nuclear <b>RMN</b> utilizado para determinar o teor de óleo nas sementes (B). Pentecoste – CE, 2005 .....	<b>149</b>
<b>FIGURA 8</b>	– Contagem (A) e pesagem (B) das sementes para determinação da massa de mil sementes da mamoneira. Pentecoste – CE, 2005. ....	<b>149</b>
<b>FIGURA 9</b>	– Número de racemos por planta para o efeito principal Cultivar. As letras diferentes nas colunas, indicam que as médias diferem estatisticamente entre si pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Pentecoste – CE, 2005. ....	<b>154</b>
<b>FIGURA 10</b>	– Número médio de frutos por racemo para o efeito principal Espaçamento (DMS= 4,65). As letras diferentes nas colunas indicam que as médias diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Pentecoste – CE, 2005 .....	<b>156</b>
<b>FIGURA 11</b>	– Variação no comprimento médio do racemo da mamoneira semeada em diferentes espaçamentos. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Pentecoste - CE, 2005. ....	<b>163</b>
<b>FIGURA 12</b>	– Teor de óleo das sementes de mamona das cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”, semeadas em diferentes épocas. A umidade das sementes foi corrigida para 10%. Em cada efeito as letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Pentecoste - CE, 2005.....	<b>166</b>

## CAPÍTULO 5

Página

- FIGURA 1** – Altura da inserção do racemo primário das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes épocas. As colunas seguidas por letras diferentes em cada fator (cultivar ou época) indicam diferença estatística pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Pentecoste - CE, 2005..... **188**
- FIGURA 2** – Diâmetro do caule da mamoneira cultivada em diferentes espaçamentos e épocas. As colunas seguidas por letras diferentes para os fatores Época de plantio ( $Dms = 0,34$ ), Cultivar ( $Dms = 0,34$ ) e Espaçamento ( $Dms = 0,50$ ) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p = 0,05$ ). Pentecoste - CE, 2005..... **189**
- FIGURA 3** – Número médio de internódios até a emissão do racemo principal da mamoneira das cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”. As letras diferentes nas colunas de cada efeito (cultivar ou época) indicam diferença estatística entre as médias dos tratamentos, segundo o teste F a 1% de probabilidade. Pentecoste - CE, 2005..... **197**
- FIGURA 4** – Produtividade de grãos da mamoneira cultivada em diferentes épocas e espaçamentos. \*\*As médias do efeito época diferem estatisticamente pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Pentecoste - CE, 2005..... **200**
- FIGURA 5** – Comparação das médias dos dados de rendimento de óleo da mamoneira para os efeitos principais da análise da variância. Para os parâmetros época de plantio e cultivar ( $Dms = 100,59$ ) e espaçamento ( $Dms = 148$ ) as médias seguidas por letras diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p = 0,05$ ). Pentecoste - CE, 2005..... **201**
- FIGURA 6** – Rendimento relativo de grãos das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”, cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos. As letras diferentes nas colunas significam diferença estatística entre as médias dos tratamentos, segundo o teste F a 1% de probabilidade. Pentecoste - CE, 2005..... **202**
- FIGURA 7** – Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total de duas cultivares de mamona cultivada em diferentes épocas e espaçamentos. Pentecoste - CE, 2005..... **204**

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

	Página
<b>TABELA 1</b> – Características físico-hídricas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2004.....	<b>68</b>
<b>TABELA 2</b> – Características químicas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2004.....	<b>68</b>
<b>TABELA 3</b> – Identificação dos tratamentos utilizados no experimento. Pentecoste – CE, 2004.....	<b>69</b>
<b>TABELA 4</b> Consumo hídrico mensal (mm) e período de irrigação da mamoneira, nos diferentes tratamentos. Pentecoste – CE, 2004 ...	<b>75</b>
<b>TABELA 5</b> – Resumo das análises das variâncias para os dados de número médio de racemos por planta, massa do racemo e produção de grãos por planta. Pentecoste - CE, 2004.....	<b>82</b>
<b>TABELA 6</b> – Médias do número de racemos por planta (NRP), massa do racemo (g), e produção de grãos por planta (PGP) em gramas, nos diferentes tratamentos. Pentecoste - CE, 2004 .....	<b>83</b>
<b>TABELA 7</b> – Resumo das análises das variâncias para os dados de comprimento médio do racemo e número médio de frutos por racemo. Pentecoste - CE, 2004.....	<b>86</b>
<b>TABELA 8</b> – Resumo das análises das variâncias para os dados de teor de óleo e massa de mil sementes da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste, CE, 2004 .....	<b>89</b>
<b>TABELA 9</b> – Teor de óleo na semente da mamoneira cultivar “BRS 149 Nordestina” com umidade corrigida para 10%, por manejo cultural e ordem do racemo. Pentecoste - CE, 2004.....	<b>90</b>
<b>TABELA 10</b> – Massa de sementes de mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina” por manejo cultural e ordem de racemo. Pentecoste, CE, 2004.....	<b>91</b>
<b>TABELA 11</b> – Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da mamoneira. Pentecoste – CE, 2004 .....	<b>92</b>

### CAPÍTULO 3

	Página
<b>TABELA 1</b> – Características químicas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2004.....	<b>105</b>
<b>TABELA 2</b> – Identificação dos tratamentos utilizados no experimento. Pentecoste – CE, 2004.....	<b>106</b>
<b>TABELA 3</b> – Consumo hídrico mensal (mm) e período de irrigação da mamoneira, nos diferentes tratamentos. Pentecoste – CE, 2004 ...	<b>109</b>
<b>TABELA 4</b> – Resumo das análises das variâncias para os dados da altura da inserção do racemo primário e do diâmetro do caule. Pentecoste - CE, 2004.....	<b>115</b>
<b>TABELA 5</b> – Altura média da inserção do racemo primário, e diâmetro caulinar médio da mamoneira, cultivada em diferentes época e sob irrigação antes e após o período chuvoso. Pentecoste – CE, 2004.....	<b>116</b>
<b>TABELA 6</b> – Resumo das análises das variâncias para os dados de precocidade (período, em dias, entre a emergência e a floração do primeiro racemo) e número de internódios no início da floração. Pentecoste - CE, 2004.....	<b>118</b>
<b>TABELA 7</b> – Resumo das análises das variâncias para os dados da produtividade de grãos e rendimento de óleo. Pentecoste - CE, 2004.....	<b>120</b>
<b>TABELA 8</b> – Resumo da análise da variância para os dados da percentagem de debulha. Pentecoste - CE, 2004.....	<b>124</b>
<b>TABELA 9</b> – Coeficientes de correlação entre algumas características agrônômicas da mamoneira. Pentecoste – CE, 2004 .....	<b>128</b>

### CAPÍTULO 4

	Página
<b>TABELA 1</b> – Características físico-hídricas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2005.....	<b>141</b>
<b>TABELA 2</b> – Características químicas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2005.....	<b>141</b>
<b>TABELA 3</b> – Consumo hídrico (mm) e período de irrigação da mamoneira, nos tratamentos implantados na primeira época de semeadura. Pentecoste - CE, 2005.....	<b>145</b>

<b>TABELA 4</b>	– Resumo das análises das variâncias para os dados de número de racemos por planta e para o número de frutos por racemo. Pentecoste - CE, 2005.....	<b>151</b>
<b>TABELA 5</b>	– Número de racemos por planta das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos (desdobramento das interações duplas). Pentecoste - CE, 2005.....	<b>153</b>
<b>TABELA 6</b>	– Número de frutos por racemo da mamoneira cultivada em diferentes épocas, desdobramento da interação cultivar x época de plantio. Pentecoste - CE, 2005.....	<b>155</b>
<b>TABELA 7</b>	– Resumo da análise da variância para os dados de produção de grãos por planta das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes espaçamentos e épocas. Pentecoste - CE, 2005.....	<b>157</b>
<b>TABELA 8</b>	– Produção de grãos por planta das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos (desdobramento da interação espaçamento x época). Pentecoste - CE, 2005.....	<b>158</b>
<b>TABELA 9</b>	– Resumo das análises das variâncias para os dados de massa e comprimento médio do racemo das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”, semeadas em diferentes épocas e espaçamentos. Pentecoste - CE, 2005 .....	<b>160</b>
<b>TABELA 10</b>	– Massa do racemo de duas cultivares de mamona cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos. Comparação de médias para a interação cultivar x época de plantio e para o efeito principal espaçamento. Pentecoste - CE, 2005.....	<b>160</b>
<b>TABELA 11</b>	– Comprimento médio dos racemos da mamoneira cultivada em diferentes épocas. Pentecoste - CE, 2005 .....	<b>162</b>
<b>TABELA 12</b>	– Resumo das análises das variâncias para os dados de massa de mil sementes e teor de óleo das sementes das cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”. Pentecoste - CE, 2005.....	<b>164</b>
<b>TABELA 13</b>	– Massa de mil sementes da mamoneira das cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”. Desdobramento da interação cultivar x época de plantio. Pentecoste - CE, 2005 .....	<b>164</b>

<b>TABELA 14</b>	– Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da mamoneira. Cultivar “Mirante 10”. Pentecoste – CE, 2005.....	<b>167</b>
<b>TABELA 15</b>	– Coeficientes de correlação entre as características agronômicas da mamoneira. Cultivar “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste – CE, 2005.....	<b>168</b>

## **CAPÍTULO 5**

	Página	
<b>TABELA 1</b>	– Características químicas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2005.....	<b>180</b>
<b>TABELA 2</b>	– Consumo hídrico mensal e período de irrigação da mamoneira, nos tratamentos implantados na primeira época de semeadura. Pentecoste – CE. 2005.....	<b>183</b>
<b>TABELA 3</b>	– Resumo da análise da variância para os dados da altura média da inserção do racemo primário (altura do caule) e diâmetro caulinar da mamoneira. Pentecoste - CE, 2005... ..	<b>187</b>
<b>TABELA 4</b>	– Resumo das análises das variâncias para os dados de altura de plantas e número de ramos laterais da mamoneira ao final do ciclo de cultivo. Pentecoste - CE, 2005 .....	<b>191</b>
<b>TABELA 5</b>	– Altura de plantas (m) de duas cultivares de mamona ao final do ciclo de cultivo. (desdobramento das interações duplas). Pentecoste - CE, 2005.....	<b>192</b>
<b>TABELA 6</b>	– Número de ramificações laterais (unid.) ao final do ciclo de cultivo das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos. (desdobramento das interações duplas). Pentecoste - CE, 2005.. .	<b>193</b>
<b>TABELA 7</b>	– Resumo das análises das variâncias para os dados de número de internódios e de número de dias para a floração da mamoneira. Pentecoste - CE, 2005.....	<b>195</b>
<b>TABELA 8</b>	– Número médio de dias para o início da floração das cultivares de mamona "BRS 149 Nordestina" e “Mirante 10”. Pentecoste - CE, 2005.....	<b>198</b>
<b>TABELA 9</b>	– Resumo das análises das variâncias para os dados de produtividade de grãos (PG), rendimento de óleo (RO) e percentagem de debulha (PD). Pentecoste - CE, 2005.....	<b>199</b>



<b>TABELA 10</b> – Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da cultivar de mamona “Mirante 10”. Pentecoste – CE, 2005.....	<b>206</b>
<b>TABELA 11</b> – Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da cultivar de mamona “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste – CE, 2005 .....	<b>207</b>

## SUMÁRIO

---

	Página
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>4</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1: 1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>21</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1 A cultura da Mamona</b> .....	<b>25</b>
2.1.1 Origem e distribuição geográfica.....	25
2.1.2 Descrição botânica, morfologia e fisiologia .....	26
2.1.3 Requerimentos ambientais.....	30
2.1.4 Principais produtores mundiais e nacionais .....	33
2.1.5 Usos e importância econômica .....	34
<b>2.2 Manejo da época de plantio</b> .....	<b>35</b>
<b>2.3 Irrigação na mamoneira</b> .....	<b>37</b>
<b>2.4 Espaçamento e densidade de plantio</b> .....	<b>44</b>
<b>2.5 Biodiesel</b> .....	<b>47</b>
<b>3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO 2: Antecipação de plantio com irrigação suplementar na mamoneira. I</b> – Efeito nos componentes de produção .....	<b>62</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>62</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>63</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>64</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>66</b>
2.1 Localização e caracterização da área experimental .....	66
2.1.1 Clima.....	66

2.1.2 Solo.....	67
2.2 Delineamento experimental.....	68
2.3 Adubação utilizada.....	71
2.4 Manejo da irrigação.....	72
2.5 Semeadura e tratos culturais .....	74
2.6 Colheita e beneficiamento.....	77
2.7 Características avaliadas .....	78
2.7.1 Número de racemos por planta .....	78
2.7.2 Massa do racemo .....	78
2.7.3 Produção de grãos por planta.....	78
2.7.4 Comprimento e número de frutos por racemo .....	79
2.7.5 Teor de óleo e massa de mil sementes .....	79
2.8 Análise estatística .....	80
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>82</b>
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>94</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>
<b>CAPÍTULO 3: Antecipação de plantio com irrigação suplementar na mamoneira. II</b>	
– Efeito no crescimento e na produtividade .....	99
<b>RESUMO.....</b>	<b>99</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>100</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>101</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>104</b>
2.1 Localização e caracterização da área experimental .....	104
2.1.1 Clima.....	104
2.1.2 Solo.....	104
2.2 Delineamento experimental.....	105
2.3 Adubação utilizada.....	106
2.4 Manejo da irrigação.....	107
2.5 Semeadura e tratos culturais .....	111
2.6 Colheita e beneficiamento.....	111

2.7 Características avaliadas .....	112
2.7.1 Altura de inserção do racemo primário e diâmetro do caule .....	112
2.7.2 Número de dias para a antese e número de internódios .....	112
2.7.3 Produtividade de grãos e rendimento de óleo .....	112
2.7.4 Percentagem de debulha.....	113
2.7.5 Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total .....	113
2.8 Análise estatística .....	114
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>115</b>
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>129</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>130</b>
<b>CAPÍTULO 4: Espaçamento e época de plantio da mamoneira. I – Efeito nos</b> <b>componentes de produção .....</b>	<b>134</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>134</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>135</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>136</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>139</b>
2.1 Localização e caracterização da área experimental .....	139
2.1.1 Clima.....	139
2.1.2 Solo.....	140
2.2 Delineamento experimental.....	141
2.3 Adubação utilizada .....	142
2.4 Manejo da irrigação.....	142
2.5 Semeadura e tratos culturais .....	144
2.6 Colheita e beneficiamento.....	146
2.7 Características avaliadas .....	148
2.7.1 Número de racemos por planta e número de frutos por racemo .....	148
2.7.2 Produção de grãos por planta.....	148
2.7.3 Massa do racemo e comprimento do racemo .....	148
2.7.4 Teor de óleo e massa de mil sementes .....	148
2.8 Análise estatística .....	150

<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>151</b>
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>169</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>170</b>

<b>CAPÍTULO 5: Espaçamento e época de plantio da mamoneira. II – Efeito no crescimento e na produtividade.....</b>	<b>175</b>
--	------------

<b>RESUMO.....</b>	<b>175</b>
--------------------	------------

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>176</b>
----------------------	------------

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>177</b>
---------------------------	------------

<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>179</b>
-----------------------------------	------------

2.1 Localização e caracterização da área experimental .....	179
---	-----

2.1.1 Clima.....	179
------------------	-----

2.1.2 Solo.....	179
-----------------	-----

2.2 Delineamento experimental.....	180
------------------------------------	-----

2.3 Adubação utilizada.....	181
-----------------------------	-----

2.4 Manejo da irrigação.....	181
------------------------------	-----

2.5 Semeadura e tratos culturais .....	182
--	-----

2.6 Colheita e beneficiamento.....	184
------------------------------------	-----

2.7 Características avaliadas .....	184
-------------------------------------	-----

2.7.1 Altura de inserção do racemo primário e diâmetro do caule.....	184
--	-----

2.7.2 Altura de plantas e número de ramos no final do ciclo .....	184
---	-----

2.7.3 Número de dias para a antese e número de internódios .....	185
--	-----

2.7.4 Produtividade total de grãos, rendimento de óleo e percentagem de debulha.....	185
---	-----

2.7.5 Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total .....	186
---	-----

2.8 Análise estatística .....	186
-------------------------------	-----

<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>187</b>
---------------------------------------	------------

<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>208</b>
---------------------------	------------

<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>209</b>
---	------------

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

A mamona é uma planta oleaginosa arbustiva pertencente à família *Euphorbiaceae*, a qual possui mais de 7.500 espécies. Sua origem é discutida, apesar da hipótese mais aceita indicar a Etiópia no continente Africano, como o provável centro de origem, a partir do qual a planta se espalhou para os demais continentes, sendo encontrada atualmente em todos os países do mundo, especialmente, nos de clima tropical e subtropical, onde cresce como planta arbustiva ou arbórea, podendo se comportar como anual ou perene dependendo das condições edafoclimáticas.

Presentemente, o seu cultivo também está difundido nos países de clima temperado, onde tem o seu crescimento e desenvolvimento limitado pelas condições ambientais, em especial, temperatura e luminosidade, que são componentes ambientais primordiais ao bom desempenho da mamoneira. Apesar disso, existem áreas cultivadas na Rússia, Grécia, Itália, França dentre outros países com clima ameno característico.

Contudo, são nos trópicos onde a mamona encontra as condições ambientais mais propícias ao seu cultivo. Não se sabe ao certo a data de sua introdução no Brasil, mas há indícios de que tenha ocorrido no primeiro século do descobrimento, tendo sido trazida pelos colonizadores portugueses.

No Brasil a mamoneira se adaptou muito bem e logo se espalhou pelo território nacional, e hoje é encontrada vegetando espontaneamente em todos os Estados da Federação. Durante muito tempo o país foi o maior produtor mundial de mamona com grande destaque no cenário internacional. Mas, a partir de 1982 perdeu esta posição para a Índia e anos depois para a China. Assim, o Brasil é atualmente o terceiro produtor mundial de mamona, tanto em área colhida, como em quantidade produzida.

O Estado da Bahia com uma produção de 132.324 toneladas de grãos na safra de 2005 é o maior produtor nacional respondendo por mais de 85% da produção interna. Na safra de 2005 o Ceará ocupou o segundo lugar em termos

nacionais com uma produção de 9.765 toneladas de grãos (CARVALHO, 2005; IBGE, 2006b).

É considerada por muitos pesquisadores como uma espécie heliófila e xerófila, preferindo dias longos em termos de fotoperíodo, com tolerância a períodos curtos de estresse hídrico, conseguindo produzir, ainda que de forma reduzida em condições que outras culturas mais sensíveis não sobreviveriam. Tal fato, faz da mamoneira uma excelente alternativa de cultivo para o semi-árido nordestino (TÁVORA, 1982).

Apresenta hábito de crescimento indeterminado com floração e frutificação contínua e seqüencial ao longo do ciclo fenológico. O caule principal termina com o surgimento da primeira inflorescência racemosa, precursora do racemo primário ou principal. Da axila da última folha logo abaixo do racemo primário surgem novos ramos que também são encerrados por racemos. Havendo disponibilidade de água e nutrientes a planta cresce continuamente numa disposição simpodial que lhe é característica (BELTRÃO, 2003).

É um vegetal de grande importância econômica, social e ambiental. Do ponto de vista agroindustrial toda a planta pode ser utilizada. Mas, é o óleo, fonte quase pura de ácido graxo ricinoléico, cerca de 90%, o principal produto, obtido a partir da prensagem das sementes. Embora impróprio para o consumo humano, a importância do óleo de mamona é evidenciada pelo seu amplo uso industrial. A elevada viscosidade e estabilidade de tal produto, são mantidas em larga faixa de temperatura. Devido à alta capacidade de reações químicas, o óleo de mamona que é o único da natureza solúvel em álcool e possivelmente o mais versátil, apresenta utilidade só comparável a do petróleo com a vantagem de ser renovável.

É utilizado para os mais diversos fins, sendo matéria-prima para as indústrias médica, cosmética, de tintas e vernizes, de lubrificantes para navios e aviões, dentre outras. Na atualidade a aplicação mais importante que vem sendo atribuída ao óleo de mamona é na produção industrial de biodiesel. Visto que, com o advento do Programa Nacional de Biodiesel, a Petrobrás deverá adicionar 2% de biodiesel ao diesel de petróleo até o ano 2008 e 5% até 2013, podendo haver redução nestes prazos. Para atingir os percentuais supracitados, estima-se que será necessário o plantio de 1,5 milhões de hectares com o emprego de aproximadamente 600 mil famílias, o que provocará grandes benefícios sociais (HOLANDA, 2004).

Vale salientar que as discussões acerca da utilização do biodiesel extrapolam as esferas sociais e econômicas e tem despertado a atenção de muitos cientistas e entidades ligadas ao meio ambiente, bem como, da própria sociedade civil, preocupada com o aquecimento global e seus reflexos na qualidade de vida. Preconiza-se que neste século a mamona será uma das mais importantes matérias-primas utilizadas para compor a matriz energética mundial, numa época onde se prevê a escassez natural das reservas de petróleo e o agravamento do efeito estufa pela emissão de CO<sub>2</sub> e de outros gases poluentes (SANTOS; KOURI, 2006).

Apesar da grande importância de que se reveste a cultura da mamona, os sistemas de cultivo utilizados na exploração desta oleaginosa ainda são sustentados por bases muito rudimentares, decorrentes da crença generalizada de que a cultura não necessita de muitos cuidados. Tais fatos se tornam evidentes quando se observam as baixas produtividades obtidas, não apenas no Brasil, cujo rendimento médio está em torno de 722 kg ha<sup>-1</sup>, mas também em termos mundiais, onde a produtividade média foi de 988 kg ha<sup>-1</sup> na safra de 2005 (IBGE, 2006a; FAO, 2006).

Desse modo, é possível que a adoção de práticas como a irrigação, bem como a escolha da época de plantio e do espaçamento adequado à cultura, possam contribuir sobremaneira para a melhoria dos sistemas de produção, com reflexos positivos na produtividade de grãos e rendimento de óleo. Azevedo et al. (1997a) salientam que a escolha da época correta de semeadura é um passo tecnológico simples mas de fundamental importância para o êxito da lavoura. Também é fato que a irrigação, bem manejada, pode propiciar ganhos significativos de produtividade, como é o caso de alguns locais na Bahia onde já foram obtidas produtividades médias de até 5.400 kg ha<sup>-1</sup> em cultivos comerciais (CARVALHO, 2005). A escolha de espaçamentos adequados para as distintas cultivares de mamona também representa uma medida fundamental para que a cultura cresça e produza satisfatoriamente. A este respeito, Gonçalves, Bendezú e Leles (1981) reportam que existe uma escassez de informações sobre espaçamentos adequados para a cultura, e que grande parte das recomendações ainda são feitas de forma empírica, o que torna de suma importância a realização de pesquisas com este tema.



Em face da importância da cultura da mamona, bem como, da necessidade de melhoria do seu sistema produtivo, foram instalados dois experimentos com os seguintes objetivos gerais:

a) Avaliar a influência de quatro épocas de plantio diferentes (dezembro de 2003; janeiro, fevereiro e março de 2004) e da irrigação suplementar, sobre o crescimento e a produtividade da cultivar de mamona “BRS 149 Nordestina”;

b) Avaliar a variação no teor de óleo, na massa de sementes e na contribuição relativa de cada ordem de racemo na produtividade da mamoneira das cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”, semeadas em diferentes épocas e espaçamentos;

c) O desempenho produtivo das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em três espaçamentos diferentes (1,5 m; 2,0 m; 2,5 m), em regime de irrigação e sob sequeiro.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura da Mamona

#### 2.1.1 Origem e distribuição geográfica

A mamona cujo nome vem do latim tardio *mammona* ou *mammonas*, significando “dinheiro, riqueza, lucro”, é uma planta oleaginosa arbustiva e no Brasil também é denominada de carrapateira, palma-de-Cristo, enxerida e rícino. Sua origem é objeto de controvérsia, alguns estudiosos indicam o continente asiático como provável centro de origem, ao passo que outros consideram a África intertropical. Atualmente a hipótese mais aceita é que esta cultura seja originária do Nordeste da África, possivelmente da Etiópia, antiga Abissínia (HEMERLY, 1981; VEIGA; SAVY FILHO; BANZATTO, 1989; LORENZI, 2000; BELTRÃO et al., 2001; OLSNES, 2004). É cultivada na maioria dos países com climas tropicais e subtropicais e em alguns casos nos de clima temperado onde apresenta crescimento reduzido (DUKE, 1983).

A dificuldade em se determinar com precisão a origem da mamoneira decorre do fato de sua ampla adaptação as mais distintas condições climáticas, uma vez que apesar de ser uma cultura de regiões predominantemente quentes, é encontrada em locais com clima ameno (WEISS, 1971).

É uma espécie conhecida desde os tempos mais remotos, suas sementes foram encontradas por arqueólogos em sarcófagos egípcios, e acredita-se que esta civilização já cultivava a mamona a mais de 4.000 anos, para fins medicinais e também para a iluminação, com o óleo extraído de suas sementes (OPLINGER et al., 1997; OLSNES, 2004).

Não existem informações precisas sobre a época de sua introdução no Brasil, mas a maioria dos autores acredita que a mamoneira tenha sido introduzida no país pelos colonizadores portugueses, no primeiro século do descobrimento (HEMERLY, 1981; VASCONCELOS, 1990). No Brasil a planta se aclimatou extraordinariamente, sendo encontrada vegetando em estado subespontâneo em quase todo o território nacional (GONÇALVES; BENDEZÚ; LELES, 1981).

### 2.1.2 Descrição botânica, morfologia e fisiologia

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família *Euphorbiaceae* Jussieu, a qual contém cerca de 290 gêneros e aproximadamente 7.500 espécies (ANGELY, 1970; RODRIGUES; OLIVEIRA; FONSECA, 2002).

Para muitos autores esta é a única espécie do gênero *Ricinus*, sendo portanto, monoespecífico (ZIMMERMAN, 1958; TÁVORA, 1982; RODRIGUES; OLIVEIRA; FONSECA, 2002; AMARAL, 2003; CARVALHO, 2005). Entretanto, não são raros os relatos na literatura indicando a existência de várias espécies, subespécies e variedades botânicas para este gênero (POPOVA; MOSHKIN, 1986; PORCKER MICHEL, 2004; PLANTAMED, 2005). O fato de a mamoneira possuir diversos tipos polimórficos, e várias sinonímias científicas tais como: *Ricinus digitatus* Nor.; *Ricinus vulgaris* Mill.; *Ricinus hibridus* Bess; *Ricinus leucocarpus* Bert., além de várias sinonímias vulgares pode por vezes gerar conflitos quanto à existência de uma ou várias espécies para o gênero *Ricinus* (TÁVORA, 1982; LORENZI, 2000).

Os termos *Ricinus* e *communis* derivam do latim e significam, respectivamente, carrapato e comum. Mesmo antes de Linnaeus em sua nomenclatura binária, atribuir este nome para a mamona, os latinos já denominavam a planta de rícinus, em virtude da semelhança de suas sementes com a forma animal, pertencente ao grupo dos ácaros, ***Ixodes ricinus*** e ***Dermacentor occidentalis*** (RODRIGUES; OLIVEIRA; FONSECA, 2002).

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

É uma espécie de elevada complexidade morfológica e fisiológica (BELTRÃO; SILVA, 1999). Variando muito em seu hábito de crescimento, cor da folhagem e do caule, e na coloração e teor de óleo da semente. Desse modo, as cultivares são por vezes muito distintas entre si (TÁVORA, 1982). Possui crescimento indeterminado consistindo de uma série de caules ou ramos encerrados por um racemo, numa disposição simpodial que lhe é peculiar. Produz em média três importantes ordens de racemos denominados de primários, secundários e terciários,

que são expostas a diferentes condições ambientais que influenciam significativamente a participação de cada uma delas na produtividade total da cultura (USDA, 1960; VIJAYA KUMAR et al., 1997).

Cumprе lembrar que a produtividade da mamoneira também depende de importantes componentes de produção, como o número de racemos por planta, número de frutos por racemo e massa de mil sementes. Sob condições naturais, a mamoneira pode produzir muitos racemos, dependendo do número de ramificações laterais que se desenvolvem progressivamente com o avanço do ciclo fenológico. Todavia, tais ramificações são indesejáveis quando a colheita é feita de forma mecanizada. Modernamente existe uma tendência de se trabalhar com cultivares com poucas ramificações, e que produzam no máximo três racemos, para facilitar a colheita mecânica (KOUTROUBAS; PAPAKOSTA; DOITSINIS, 1999).

Nos trópicos e subtropicos pode se comportar como uma planta semi-perene, e atingir altura de até 13 metros e diâmetro do caule de 7,5 a 15 centímetros. Em zonas temperadas é uma planta anual com altura média entre 1 e 3 metros (USDA, 1960; TÁVORA, 1982; DUKE, 1983; BELTRÃO et al. 2001).

No território brasileiro ocorre espontaneamente em muitas áreas e possui porte variado. Mas sob cultivo apresenta hábito de crescimento arbustivo com muitas colorações de caule, folhas e racemos, podendo ainda possuir cera no caule e pecíolo (RODRIGUES; OLIVEIRA; FONSECA, 2002; SAVY FILHO, 2004). O porte é comumente classificado em: anão e normal, sendo este último subdividido em médio, alto e arbóreo. No Brasil, as cultivares de mamonas utilizadas em cultivos comerciais possuem altura que varia de 1 a 4 metros (TÁVORA, 1982).

O sistema radicular é pivotante e fistoloso podendo atingir até 3 metros de profundidade, se não houver impedimentos físicos; as raízes laterais são bem desenvolvidas e situam-se a poucos centímetros da superfície do solo (TÁVORA, 1982; CARVALHO, 2005). O ambiente tem grande influência no crescimento do sistema radicular. Em condições de pouca disponibilidade hídrica ele se desenvolve a grandes profundidades, com as raízes laterais explorando um grande volume de solo. Sob irrigação ou em condições de elevada disponibilidade de umidade, o sistema radicular é menos desenvolvido e mais compacto (TÁVORA, 1982). Acredita-se que as raízes deixadas no solo após a colheita podem contribuir com a melhoria das propriedades físicas, por formarem galerias que favorecem a aeração e a infiltração de água no solo.

O caule é cilíndrico, fistuloso e espesso com aspecto nodoso, podendo alcançar em alguns casos, até 30 cm de diâmetro na base. Apresenta variações na cor, presença de cera e rugosidade, os nós são bem definidos, com cicatrizes foliares proeminentes (BELTRÃO et al., 2001; RODRIGUES; OLIVEIRA; FONSECA, 2002). A haste principal cresce verticalmente sem ramificações, até o surgimento da primeira inflorescência. Os ramos laterais se desenvolvem da axila da última folha, logo abaixo do racemo primário (TÁVORA, 1982; BELTRÃO et al., 2001).

As folhas são alternas, apesar de as primeiras, logo acima do nó cotiledonar serem opostas, medem geralmente de 15 a 30 cm, mas podem alcançar 40 ou até 60 centímetros no maior comprimento, possuem de 5 a 11 lóbulos e o limbo foliar é arredondado com margens denteadas. Os pecíolos são longos e fistulosos com 20 a 50 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro. A coloração tanto da folha como do pecíolo acompanha, em geral a do caule, variando do verde ao roxo ou vermelho escura com nervuras em tom mais claro (WEISS, 1971; TÁVORA, 1982; BELTRÃO et al., 2001).

Trata-se de uma planta monóica, a inflorescência é uma panícula terminal e recebe o nome de racemo, apresentando flores femininas na parte superior e masculinas na porção inferior da raque, ocasionalmente pode ocorrer uma distribuição irregular ou dispersa das flores ao longo do racemo. Algumas plantas podem conter inflorescências totalmente pistiladas, ou seja, apenas flores femininas (USDA, 1960; CARVALHO, 2005). A proporção de flores masculinas e femininas varia grandemente, em geral as masculinas constituem de 50 a 70%. Entretanto, podem ocorrer variações, de 0% até 95% de flores masculinas (TÁVORA, 1982). Embora, seja considerada uma planta autógama, a taxa de alogamia pode chegar a 40% com polinização feita pelo vento; cada flor tem potencial para produzir até 60 mil grãos de pólen (BELTRÃO et al., 2001).

A floração tem início em diferentes épocas dependendo do genótipo e das condições ambientais comuns a cada região, e pode se estender durante um longo período, quando os fatores edafoclimáticos forem favoráveis; o hábito de crescimento indeterminado favorece esta floração continuada ou seqüencial. Há indícios de que o início da floração também está relacionado com o número de internódios, de modo que quanto menor o número de internódios para a emissão da primeira inflorescência, mais precoce será a planta (KITTOCK; WILLIAMS, 1968; TÁVORA, 1982).

O racemo principal ou primário é o maior de todos e possui a maior quantidade de frutos, via de regra, apresenta conformação cônica ou cilíndrica, comprimento entre 10 e 80 cm, e número de frutos variando entre 15 e 80 dependendo do ambiente, cultivar ou da ordem considerada. Cumpre esclarecer que como há grande variação na distância entre os frutos no racemo, não existe correlação entre o comprimento e o número de frutos do cacho (TÁVORA, 1982).

Os frutos, em geral, possuem estruturas semelhantes a espinhos, e em alguns casos, são inermes, é uma cápsula globosa com cerca de 2,5 cm de diâmetro (SAVY FILHO, 2004). Botanicamente são do tipo baga tricoca, providos de três lojas, cada uma delas com uma semente, podendo ser deiscentes, indeiscentes ou semi-deiscentes, dependendo da cultivar (DUKE, 1983). São verdes ou vermelhos com colorações intermediárias, assumindo tom amarronzado quando maduros (BELTRÃO et al., 2001).

As sementes germinam lentamente necessitando de 10 a 21 dias para a emergência das plântulas (OPLINGER et al., 1997). São brilhantes e possuem formato oblongo, ovóide ou arredondado, medindo de 0,5 a 1,5 cm de comprimento, com superfície dorsal arqueada e uma estrutura esponjosa proeminente na sua extremidade, denominada de carúncula. A coloração é muito variada, existindo sementes pretas, brancas, cinzas, e marrons com mosqueados característicos (TÁVORA, 1982; DUKE, 1983; OPLINGER et al., 1997). É constituída por tegumento, carúncula, embrião e endosperma, onde está presente o óleo.

A massa de mil sementes depende da cultivar, tamanho da semente e manejo cultural adotado. Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (1999) avaliaram diferentes genótipos de mamoneira e verificaram que a massa média de mil sementes variou entre 339 g e 367 g. Para a cultivar “BRS 149 Nordestina” a massa de cem sementes é de 68 g, conforme informações da Embrapa Algodão (2002). Amaral (2003) preconiza que a massa de mil sementes pode ser classificada em baixa, média e alta, quando os valores forem inferiores a 400 g; entre 400 g e 500 g e superiores a 500 g, respectivamente.

Quanto à fisiologia é uma planta de metabolismo fotossintético  $C_3$ , com elevada taxa de fotorrespiração, sendo considerada uma espécie vegetal ineficiente e pouco competitiva (AZEVEDO et al., 2001; BELTRÃO et al., 2003). Contudo, para outros autores a mamoneira é tida como planta de elevada capacidade fotossintética, em especial sob condições adequadas de disponibilidade hídrica, uma

vez que o processo fotossintético é sensivelmente afetado quando ocorrem demandas atmosféricas elevadas (DAI; EDWARDS; KU, 1992).

Necessita de dias longos com fotoperíodo de pelo menos 12 horas de luz por dia para produzir satisfatoriamente, sendo considerada uma espécie heliófila, apesar de se adaptar a diferentes “*comprimentos de dia*”, mas com reflexos negativos no crescimento e produtividade. Com menos de 9 horas de luz por dia, o crescimento e a taxa fotossintética tendem a reduzir (WEISS, 1983; VIJAYA KUMAR et al., 1997; SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000; BELTRÃO et al., 2003). De acordo com Vijaya Kumar et al. (1997) umidade e regime fotoperiódico atuam conjuntamente influenciando o rendimento da cultura, e as maiores variações ocorrem devido ao comprimento do dia.

Dai, Edwards e Ku (1992) estudaram os efeitos do déficit de pressão de vapor de água (VPD) sob as características fisiológicas da mamoneira, e verificaram que a assimilação de CO<sub>2</sub> e a condutância estomática reduzem grandemente com o aumento do déficit de pressão de vapor e com temperaturas acima de 40°C, as quais favorecem ao aumento da taxa de fotorrespiração. O contrário acontece em baixo VPD com temperatura de até 30°C, alta luminosidade e elevada concentração de CO<sub>2</sub>. Em tais condições a mamoneira apresenta taxa fotossintética superior a outras plantas C<sub>3</sub>, como o tabaco e C<sub>4</sub>, a exemplo do milho, cultivadas nas mesmas condições. Tais evidências, explicam parcialmente o bom desempenho desta cultura nas condições climáticas nordestinas, especialmente, quando a água não constitui fator limitante. Dai, Edwards e Ku (1992) ainda ressaltam que dentro de certos limites de temperatura, intensidade luminosa e concentração de CO<sub>2</sub> elevadas, a taxa fotossintética da mamona eleva-se consideravelmente, com reflexos positivos na produtividade de grãos, desde que o suprimento hídrico seja adequado.

### **2.1.3 Requerimentos ambientais**

O clima propício para a mamoneira é o quente e úmido, necessitando de estações bem definidas, chuvosa na fase inicial de crescimento e seca na época da maturação e colheita dos racemos. Trata-se de uma planta tipicamente tropical, apesar do cultivo ter se intensificado fora dos trópicos. Sua produção e rendimento,

dependem grandemente das condições ambientais, sendo os elementos climáticos precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar, associados à altitude, os fatores que mais contribuem para que a cultura exerce o seu máximo potencial genético em termos de produtividade (SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000; SAVY FILHO, 2004).

Além do fotoperíodo, a umidade do solo e a quantidade de graus dias afetam o rendimento total da cultura, tendo efeito diferenciado em cada ordem de racemo. A altura das plantas também é muito influenciada pelo ambiente (MOSHKIN, 1986; OPLINGER et al., 1997; VIJAYA KUMAR et al., 1997).

A faixa ideal de precipitação para a mamona produzir satisfatoriamente situa-se entre 750 mm e 1.500 mm, com um mínimo de 600 mm a 750 mm durante o ciclo cultural; de preferência a época de plantio deve ser ajustada para que a planta receba de 400 mm a 500 mm até o início da floração (TÁVORA, 1982). A falta de água no solo, mesmo que na fase de maturação dos frutos, implica em sementes com baixo peso e teor de óleo (HEMERLY, 1981).

A temperatura ideal para o crescimento e maturação dos frutos é de 25°C, mas pode variar de 20°C a 30°C, ou até 35°C (SILVA, 1981; SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000; BELTRÃO; CARDOSO, 2006). Temperaturas superiores a 40°C podem provocar aborto de flores, reversão sexual e reduzir substancialmente o teor de óleo nas sementes (BELTRÃO; SILVA, 1999). Por outro lado temperaturas muito baixas retardam a germinação, prolongando a permanência das sementes no solo, favorecendo o ataque de insetos e microorganismos patogênicos. Ademais, temperaturas inferiores a 10°C inibem a produção de sementes, devido à perda da viabilidade do pólen. O frio intenso também promove efeitos maléficos na produção de grãos e reduz o rendimento de óleo, o que torna evidente a preferência da mamona por temperaturas mais elevadas (HEMERLY, 1981; TÁVORA, 1982; OPLINGER et al., 1997).

A mamoneira cresce e floresce sob uma ampla extensão de condições climáticas, embora sua habilidade para produzir satisfatoriamente seja limitada pela incidência de excessos de umidade, frio intenso ou temperaturas muito elevadas durante o florescimento. Dentre os estádios de desenvolvimento, o período reprodutivo é o mais afetado e o que mais limita a produtividade da cultura, quando as condições ambientais são desfavoráveis. É uma planta que cresce bem desde o nível do mar até altitudes superiores a 2.000 metros. Mesmo assim, áreas com



altitudes entre 300 e 1.800 metros acima do nível do mar parecem ser as mais favoráveis, apesar de outros fatores, como a classe de solo, comprimento da estação de crescimento, temperatura e disponibilidade de umidade no solo, influenciarem na seleção de áreas para o cultivo (USDA, 1960; WEISS, 1971; WEISS, 1983).

Segundo Carvalho (2005) a altitude é um fator importante a ser levado em consideração, e recomenda a exploração comercial em áreas com altitudes entre 300 e 1.500 metros acima do nível do mar, onde teoricamente estaria o ótimo ecológico para a cultura, o que não descarta o seu cultivo em locais de altitudes diferentes das mencionadas. Todavia, para o bom desempenho da mamoneira devem ser evitadas as grandes altitudes, superiores a 1.800 m, que influenciam negativamente no rendimento de sementes (HEMERLY, 1981). Contudo, até o momento não existem muitos trabalhos que tratem deste tema detalhadamente e comprovem cientificamente os reais efeitos da altitude na produtividade da mamoneira.

Severino et al. (2006) avaliaram a produtividade e o teor de óleo de dez genótipos de mamoneira em altitude inferior a 300 metros e observaram, produtividades de até 2.583,9 kg ha<sup>-1</sup> e teor de óleo na semente de 48,6 %, para a cultivar “BRS 149 Nordestina”. Diante disso, concluíram que tanto o rendimento como o teor de óleo das sementes foram satisfatórios, apesar dos cultivos serem realizados em locais de baixa altitude.

Quanto às exigências edáficas, a cultura da mamona pode ser explorada nas mais distintas classes de solos. Entretanto, devem-se evitar aqueles excessivamente úmidos e com problemas de drenagem, bem como áreas sujeitas a inundações prolongadas no período chuvoso, pelo fato de a mamoneira ser sensível ao excesso de umidade (TÁVORA, 1982). Portanto, os melhores solos para a sua exploração são os profundos, bem drenados, de textura média, ricos em matéria orgânica, férteis sem problemas de salinidade, com pH entre 6,0 e 6,5 e relevo variando de plano a suavemente ondulado, livres de erosão (USDA, 1960; OPLINGER et al., 1997; CARVALHO, 2005). Vale ressaltar que devido ao rápido crescimento, ocorre uma grande extração de nutrientes do solo, sendo portanto, muito exigente em termos de fertilidade (HEMERLY, 1981).

Para Silva, Amorim Neto e Beltrão (2000) a mamona produz bem em qualquer classe de solo, com exceção daqueles muito argilosos, e salientam que

solos muito férteis favorecem o crescimento vegetativo excessivo, prolongando o período de maturidade e expandindo a floração. Azevedo et al. (2001) também afirmam que a mamoneira de porte médio, quando cultivada em solos férteis, apresenta crescimento vegetativo exuberante, podendo atingir altura superior a 3,0 metros, o que dificulta a colheita e a execução dos tratos culturais. Apesar disso, Hemerly (1981) salienta que uma das causas do baixo rendimento da mamoneira no Brasil é a utilização de solos de baixa fertilidade natural, além da pouca adoção de práticas mais racionais de preparo, adubação e correção da acidez do solo.

#### **2.1.4 Principais produtores mundiais e brasileiros**

O Brasil foi durante décadas, o maior produtor mundial de mamona em grão e maior exportador de óleo. Contudo, em 1982 e 1993, Índia e China superaram o Brasil e tornaram-se respectivamente o primeiro e segundo maiores produtores de mamona do mundo. A partir deste período o país passou a ocupar o posto de terceiro lugar em termos de produção mundial (SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000; CORRÊA et al., 2004).

Portanto, Índia, China e Brasil são nesta ordem os principais produtores mundiais de mamona, tanto em termos de área colhida como na quantidade produzida. Na safra de 2005 estes três países produziram 94% do total mundial, em uma área colhida equivalente a 91% de toda área cultivada com mamona no mundo (SANTOS; KOURI, 2006).

No Brasil depois de sucessivas reduções de produção e área colhida, a ricinocultura sofreu uma sensível recuperação nas safras 2004 e 2005. Nestes anos, a área plantada no país representou respectivamente 14% e 15% do total mundial, e a produção correspondeu a 11% e 13% do montante produzido mundialmente (SANTOS; KOURI, 2006). Num breve retrospecto da mamonocultura nacional nos últimos três anos, vê-se que houve um aumento na produção da ordem de 48%, de 2003 quando o país produziu 83.682 toneladas a 2005 quando a produção foi de 161.468 toneladas (IBGE, 2006a). Mesmo com esta recuperação verificada a partir de 2004, o Brasil ainda importou neste ano 9.644 toneladas de mamona, que representou 41% das importações mundiais desta *commodity*. O que pode ser explicado pelo fato de a produção interna ainda estar aquém da capacidade de

processamento das principais indústrias de óleo de mamona instaladas no país, que é de aproximadamente 440 mil toneladas ano<sup>-1</sup> de grãos de mamona, e com perspectiva de aumento nos próximos anos (SAVY FILHO, 2005).

O aumento da produção brasileira, deve-se, primordialmente ao aumento na área colhida que passou de 133.879 ha na safra 2002/2003 para 223.583 ha na safra 2004/2005, aumento superior a 40%. Neste mesmo período, o rendimento médio cresceu apenas 13,43%, e para 2006 a expectativa é que a produtividade situe-se em torno de 720 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2006a), que é muito baixa em relação ao real potencial produtivo da cultura, e reflete a necessidade da melhoria dos sistemas de produção desta oleaginosa.

A produção estimada para 2006 é de 108.767 toneladas, com redução de 32% em relação à safra de 2005, sendo estimada redução semelhante da área colhida (IBGE, 2006b). Tal fato se deve, dentre outros fatores, aos baixos preços recebidos pelos produtores na safra 2004/2005, quando não foi garantido o preço mínimo estabelecido pelo governo Federal de R\$ 30 reais a saca de 60 kg (KOURI; SANTOS, 2006).

A região Nordeste é responsável por mais de 90% da produção nacional, e o Estado da Bahia é o maior produtor brasileiro, com uma área colhida de 182.459 ha e produção de 132.324 toneladas na safra de 2005, seguido em segundo lugar em produção e área colhida pelo Estado do Ceará (IBGE, 2006a).

### ***2.1.5 Usos e importância econômica***

Na atualidade constitui-se em árdua tarefa descrever as múltiplas aplicações do óleo de mamona e da planta como um todo que tem aproveitamento integral. O fato é que devido à extraordinária capacidade de adaptação e a multiplicidade de aplicações industriais do óleo de suas sementes, a mamoneira inclui-se entre as oleaginosas tropicais de maior valor econômico e estratégico na atualidade (HEMERLY, 1981). Possui potencial capaz de fomentar o crescimento da economia do semi-árido nordestino, tanto como cultura alternativa, com características de resistência à seca, tanto como fator fixador de mão-de-obra, gerador de emprego no campo e de matéria-prima para a indústria (AZEVEDO et al., 1998a).

De uma lavoura bem conduzida pode-se incorporar ao solo entre 15 e 26 toneladas por hectare de restos vegetais (GONÇALVES; BENDEZÚ; LELES, 1981; AZZINI et al., 1984; KHALIL, 2003). Suas folhas podem ser adicionadas à alimentação de bovinos e do bicho-da-seda, e de seu caule podem ser extraídas fibras para a confecção de tecidos grosseiros ou papel (AZZINI et al., 1981; AZZINI et al., 1984). Cabe lembrar que 30 e 40% dos frutos são cascas que estimativamente podem atingir até 2.000 kg ha<sup>-1</sup>, com possibilidade de serem utilizadas como adubo orgânico (FREIRE, 2001; KHALIL, 2003). A torta de mamona que é o subproduto da prensagem das sementes para obtenção do óleo, presta-se como adubo orgânico e também é empregada na alimentação animal depois de desintoxicada. No passado as sementes da mamoneira foram utilizadas extensivamente na medicina popular, contra grande variedade de enfermidades e também para propósitos criminosos devido aos princípios tóxicos nelas presentes (OLSNES, 2004).

Do ponto de vista industrial o óleo é o seu principal produto. É um dos mais versáteis da natureza, de utilidade só comparável a do petróleo, com a vantagem de ser renovável. Embora impróprio para o consumo humano, é matéria-prima para mais de quatrocentos produtos, sendo usado nas indústrias farmacêutica, cosmética, alimentícia, de revestimentos protetores, vernizes e tintas, ceras impermeabilizantes, de lubrificantes e outras (AZZINI et al., 1981; VIJAYA KUMAR et al., 1997; AZEVEDO et al., 1998a; AMARAL, 2003).

Santos e Kouri (2006) ressaltam que no mercado internacional o óleo é o principal produto comercializado, sendo consumido em todos os países do mundo, e em maior escala nos mais industrializados, a indústria ricinoquímica é a maior consumidora. A singularidade do óleo de mamona dá-se em virtude de sua composição quase que exclusiva, cerca de 90%, do ácido graxo ricinoléico, que lhe confere inúmeras aplicações, inclusive como fonte alternativa de combustível na fabricação de biodiesel, o que reveste a cultura de grande importância econômica, estratégica e ambiental (FREIRE, 2001; LANGE et al. 2005).

## **2.2 Manejo da época de plantio**

No Brasil, a mamoneira é encontrada em estado espontâneo em todas as regiões e seu cultivo ainda é feito em bases bastante rudimentares (VIEIRA et al.,

1998), havendo a necessidade da melhoria do sistema de produção dessa notável oleaginosa, pois apesar de sua importância a situação da mamoneira brasileira é precária, devido aos escassos investimentos na lavoura e a pouca utilização de sistemas racionais de cultivo, especialmente, para as condições do semi-árido nordestino (AZEVEDO et al., 1997a). A este respeito Hemeryly (1981) cita várias causas que justificam o fraco desempenho da cultura nas regiões produtoras brasileiras, e dentre elas está a realização de plantios fora da época adequada a cada região.

O sucesso de uma lavoura de mamona depende em muito da época de semeadura, em especial, quando se trata de cultivos de sequeiro. A incidência de pragas e doenças está intimamente relacionada com a execução de plantios tardios, que normalmente expõem a planta a condições ambientais adversas. Ocorrendo o contrário quando o plantio é antecipado, ou feito na época recomendada segundo o zoneamento agroclimático de cada região (CARVALHO, 2005). Desse modo, para que a cultura exerce o seu potencial produtivo máximo, deve-se ajustar a época de plantio ao ciclo da cultura, para que a floração e frutificação ocorram nos meses de maior disponibilidade hídrica no solo, e a maturação e a secagem dos frutos no final do período chuvoso (AMORIM NETO et al., 1999; SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000) o que na prática é muito difícil de se conseguir, notadamente, nos cultivos de sequeiro predominantes na região Nordeste, em virtude da distribuição pluvial irregular.

A data de plantio está intimamente relacionada à quantidade e distribuição das chuvas numa dada região. Em locais onde a pluviosidade é reduzida a semeadura deve ser realizada no início das chuvas, ao passo que em áreas de alta pluviosidade, o plantio deve ser planejado de modo a evitar grandes volumes pluviais na fase de amadurecimento e secagem dos frutos (TÁVORA, 1982; SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000). Vê-se portanto, que em condições de sequeiro a época ideal para o plantio depende sobremaneira do regime de chuvas, que quando irregular ou insuficiente diminui a produtividade. Apesar disso, a mamoneira tem-se mostrado resistente ao clima adverso quando se verificam perdas totais em outras culturas, servindo, dessa forma, como uma das poucas alternativas de trabalho e renda para o agricultor da região (BARROS JÚNIOR et al., 2004).

Vijaya Kumar et al. (1997) estudaram a influência da umidade e dos regimes térmicos e fotoperiódicos na produtividade da mamoneira, semeada em três

diferentes épocas, com intervalos eqüidistantes de uma semana. Segundo estes autores os tratamentos aplicados expuseram a cultura a três diferentes tipos de micro-ambientes em um único local e ano. Como resultados, obtiveram que as datas de plantio influenciaram significativamente o rendimento total da mamoneira, e as maiores produtividades foram obtidas com a antecipação do plantio em três semanas. Diante disso, especularam que esta prática possibilita um rápido desenvolvimento dos racemos com pouca ou nenhuma competição por água, nutrientes e fotoassimilados. Por outro lado, a semeadura tardia reduziu grandemente a produtividade da cultura, e em todos os tratamentos os racemos primários representaram o maior percentual da produtividade, mas sua contribuição reduziu com o atraso do plantio. Resultados semelhantes foram obtidos por Paulo et al. (1997) ao verificarem que o plantio tardio reduziu a produtividade de grãos dos racemos primários da cultivar IAC-80. Também constataram que a antecipação do plantio de janeiro para outubro conferiu os melhores valores de rendimento de grãos e as maiores alturas de plantas. Já o plantio tardio promoveu diminuição da altura das plantas, do número de racemos por planta e da produtividade.

Gonçalves, Bendezú e Leles (1981) também fazem referência à época de plantio, e afirmam que a semeadura deve ser ajustada ao período no qual, os componentes ambientais, notadamente, temperatura e precipitação pluvial sejam os mais propícios ao semeio da mamoneira, levando-se em conta a duração do ciclo cultural, uma vez que temperaturas baixas durante a fase de frutificação reduzem o teor de óleo da semente e períodos prolongados de deficiência hídrica, afetam consideravelmente a cultura nos estádios de germinação, crescimento e frutificação. Ainda ressaltam que plantios tardios devem ser evitados para não expor a cultura a estresses abióticos durante a floração e frutificação.

Quando o plantio é realizado na época adequada, a colheita terá uma melhor qualidade, com reflexos positivos na massa e no teor de óleo das sementes. Daí a importância da escolha correta da época de plantio, como um passo tecnológico simples e fundamental para o êxito da lavoura. Hikwa e Mugwira (1997) cultivaram a mamoneira em duas estações de crescimento em cinco locais distintos, e observaram variações significativas nos componentes de produção, em virtude das diferentes épocas de plantio e condições climáticas.

A antecipação do plantio também é uma prática estudada em outras culturas. Távora e Barbosa Filho (1994) procurando aumentar a produtividade de

raízes da mandioca anteciparam o plantio desta euforbiácea com o auxílio da irrigação suplementar, e promoveram a ampliação do período de crescimento ativo da cultura, com isto verificaram que a antecipação do plantio associada ao uso da irrigação suplementar, conferiram aumentos significativos nas produções de matéria fresca e seca da parte aérea, bem como na produção de raízes, sendo também constatado que a suplementação hídrica foi mais benéfica na fase inicial do crescimento da planta.

São poucos os estudos presentes na literatura sobre época de plantio da mamoneira. Silva, Amorim Neto e Beltrão (2000) e Beltrão et al. (2004) utilizaram dados de precipitação pluvial e características agronômicas de cultivares de mamona, para determinar a melhor época de plantio na micro-região de Irecê na Bahia e para o Norte de Minas Gerais, em ambos os casos o início e a distribuição das chuvas foram fatores decisivos para a escolha da melhor época de semeadura.

No Estado do Ceará assim como em outras regiões do Nordeste, existe grande variabilidade temporal e espacial da precipitação pluvial, o que pode expor a cultura a déficits hídricos no período em que a planta mais necessita, desse modo a época de plantio adequada, aliada, quando possível à irrigação suplementar pode favorecer ao melhor desempenho da mamoneira. De acordo com Silva et al. (2004) para o Ceará a melhor época de plantio considerando as características edafoclimáticas das regiões produtoras vai de 05 a 25 de janeiro de cada ano.

### **2.3 Irrigação na mamoneira**

Grande parte do território brasileiro é caracterizada por apresentar regime pluvial insuficiente ou mal distribuído, condições que na maioria das vezes, propiciam redução na produção agrícola (PEITER; CHAUDHRY, 1998). A pluviosidade anual de uma região pode ser suficiente para atender plenamente às exigências das culturas, porém, em determinado período pode ser insuficiente. Desse modo, para reduzir os riscos do investimento agrícola, muitos produtores utilizam a irrigação, que manejada racionalmente garante boas produtividades sem flutuações, independente das condições climáticas (EPPERSON; HOOK; MUSTAFÁ, 1993).

Uma agricultura irrigada eficiente pressupõe a utilização da água e do sistema de irrigação da melhor maneira possível, com o intuito de se obter a máxima produção por unidade de água aplicada. Para alcançar esse objetivo, torna-se necessária à adoção de um manejo de irrigação racional e criterioso, que permita um perfeito fornecimento de água durante o crescimento da cultura (ANDRADE JÚNIOR; KLAR, 1996).

A irrigação além de suprir as necessidades hídricas das lavouras, possibilita ganhos significativos de produtividade, aumento indireto da demanda de mão-de-obra, com fixação do homem no campo, diminuição do risco do investimento numa agricultura com nível tecnológico mais elevado (BERNARDO, 1992). Outro fator a considerar é que na região Nordeste do Brasil, normalmente não se encontram condições naturais de precipitação pluvial, com frequência e distribuição suficientes para atender plenamente as necessidades hídricas das plantas, e neste caso, a irrigação como prática agrícola possibilita melhores rendimentos das culturas (BARRETO; AMARAL, 2004).

Dentre todos os recursos que a planta necessita para crescer e se desenvolver satisfatoriamente, a água é o mais abundante e ao mesmo tempo, o mais limitante para a produção agrícola, motivo pelo qual existe a prática da irrigação, que reconhecidamente aumenta a produtividade das culturas quando realizada de modo eficiente e racional (TAIZ; ZEIGER, 2004).

De um modo geral, na maioria das culturas a água constitui fator de máxima importância nas diferentes fases da vida da planta, e o consumo é variável e proporcional ao desenvolvimento da cultura, atingindo valor máximo na fase de floração e frutificação (MOTA, 1999).

A água é o melhor e mais abundante solvente que se conhece, sendo a matriz e o meio onde ocorre a maioria dos processos bioquímicos essenciais à vida, desempenha papel fundamental na vida da planta, correspondendo de 80 a 90% da massa dos tecidos vegetais em crescimento, de modo que mesmo um pequeno desequilíbrio no fluxo de água no interior da planta pode causar déficit hídrico e mau funcionamento de inúmeros processos celulares, também é fato que durante o estresse por seca as regiões de crescimento do vegetal são severamente afetadas, notadamente nos primeiros estágios do crescimento (HECKENBERGER; ROGGATZ; SCHURR, 1998; TAIZ; ZEIGER, 2004).



Segundo Schurr et al. (2000) o estresse hídrico na mamoneira afeta o seu desenvolvimento e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, e as plantas estressadas apresentam estrutura foliar alterada e com menor tamanho, por outro lado o aumento do status hídrico celular é responsável por uma atividade de crescimento mais pronunciada e eficiente.

No cultivo da mamoneira a irregularidade das chuvas em várias regiões produtoras, aliada aos períodos de estiagem durante a época chuvosa, tem prejudicado essa cultura, sendo a maior evidência disso as baixas produtividades obtidas, cerca de 600 kg ha<sup>-1</sup> a média mundial e 722 kg ha<sup>-1</sup> a média brasileira (SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000; IBGE, 2006b). Desse modo, para minimizar problemas decorrentes do estresse hídrico, e garantir produtividades mais elevadas, a adoção da tecnologia de irrigação passa a ser uma excelente alternativa que pode propiciar estabilidade da produção agrícola no período chuvoso e garantir o cultivo na época da seca.

Vale ressaltar que na conjuntura atual em que a mamoneira desponta como uma opção viável para o processo de produção de matéria-prima para o biodiesel, a irrigação pode contribuir, em muito, para o agronegócio da mamona, melhorando a eficiência de uso da terra, e ao mesmo tempo, gerar renda no contexto da agricultura familiar e empresarial, garantindo empregos e divisas para o país (BARRETO; AMARAL, 2004).

Lima et al. (2004) salientam que apesar da grande importância da cultura da mamona na atualidade, ainda não foram realizados até o momento estudos com relação à eficiência do uso de água pela cultura, e verificaram em seu trabalho que para as condições do Brejo paraibano o valor médio da evapotranspiração da mamoneira é 1,84 mm dia<sup>-1</sup>.

Em se tratando dos requerimentos hídricos para a mamoneira, tem-se verificado que em condições de sequeiro a cultura exige pluviosidade entre 500 e 800 mm de água bem distribuída durante o ciclo cultural, para a obtenção de produtividades em torno de 1.500 kg ha<sup>-1</sup> (WEISS, 1983; BELTRÃO; SILVA, 1999). A disponibilidade hídrica no início e durante a fase vegetativa é fundamental para o bom estabelecimento e desempenho da cultura (CARVALHO, 2005). Além disso, a mamoneira requer no mínimo 400 mm de água até o início da floração e cerca de 200 mm no período de enchimento dos frutos (BELTRÃO et al., 2004). Apesar dessas exigências é considerada uma planta de elevada resistência à seca com

sensibilidade ao excesso de umidade por períodos prolongados, notadamente, no início do ciclo e na frutificação (HEMERLY, 1981; SILVA, 1981; AMORIM NETO ARAÚJO; BELTRÃO, 2001).

A prática da irrigação na mamoneira, apesar de pouco utilizada em cultivos extensivos, é muito empregada nos casos de produção de sementes. É considerada uma técnica muito favorável ao aumento da produtividade. Tendo sido obtidos rendimentos de até 5.400 kg ha<sup>-1</sup> em cultivos comerciais na Bahia com a cultivar “BRS 149 Nordestina” (CARVALHO, 2005).

Dentre as vantagens da irrigação está à possibilidade de se antecipar a época de plantio, para que a colheita seja realizada nos meses mais secos do ano (CURI; CAMPELO JÚNIOR, 2004; CARVALHO, 2005). Esta modalidade de cultivo também favorece a produção de mais racemos por planta, haja vista, o aumento do ciclo cultural (KOUTROUBAS; PAPAKOSTA; DOITSINIS, 2000).

Beltrão e Cardoso (2006) reportam que a mamoneira tem potencial produtivo de 10.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, e em algumas localidades já foram obtidas produtividades de 8.500 kg ha<sup>-1</sup>, com cultivares anões em regime de irrigação, o que supera em muito a produtividade média mundial. Tal fato revela a necessidade da modernização dos sistemas de cultivo dessa oleaginosa, e neste sentido à irrigação poderá contribuir sobremaneira com o aumento da produtividade.

A irrigação na mamoneira, especialmente em híbridos anões, requer considerável nível de aperfeiçoamento para a obtenção de máximos rendimentos, uma vez que a planta é muito sensível ao excesso de umidade no solo em qualquer estágio do ciclo cultural, e o manejo inadequado da irrigação ao ponto de encharcar a área junto ao colo das plantas, poderá favorecer o surgimento de organismos fitopatogênicos que tornam as plântulas susceptíveis ao tombamento (WEISS, 1971).

Um outro problema provocado pelo excesso de umidade é a redução substancial do nível de oxigênio no ambiente radicular levando-o a hipoxia, que é tão danosa quanto à escassez de água, devido ao seu efeito negativo na área foliar e por conseguinte na produção de fotoassimilados, com reflexos na redução da capacidade produtiva da planta (BELTRÃO et al., 2003). Estes mesmos autores também informam que a cultura é muito prejudicada pelo estresse hídrico independente de sua natureza (falta ou excesso). Logo, o manejo da irrigação deve ser feito de forma racional e equilibrada fornecendo a planta suas reais

necessidades hídricas. A quantidade de água a ser aplicada à cultura depende da demanda climática ou atmosférica, e do estágio de crescimento. Durante o fornecimento hídrico deve-se evitar desperdícios de água bem como a saturação do perfil do solo na área de cultivo, pois a destacada resistência à seca da mamoneira, contrasta com sua extrema sensibilidade à saturação hídrica do solo (BARRETO; AMARAL, 2004; DIAS et al., 2006). Portanto, o suprimento hídrico inadequado prejudica a mamoneira comprometendo o seu crescimento e produtividade.

Barros Júnior et al. (2004) observaram que o déficit hídrico provocado pela escassez de água no solo afetou por igual, o sistema radicular e a parte aérea da planta na medida em que o conteúdo de água no solo foi diminuído, indicando que as plantas de mamona não foram capazes de desenvolver mecanismos de adaptação à seca, como por exemplo, um maior crescimento radicular.

Hikwa e Mugwira (1997) verificaram que com umidade adequada no solo a mamoneira produziu em média 137% a mais do que quando cultivada com deficiência hídrica no solo durante a estação seca, e concluíram que a produtividade da cultura é grandemente influenciada pela quantidade de umidade disponível no solo e pela sazonalidade da precipitação pluvial que afetam o número de racemos por planta e conseqüentemente o rendimento de grãos.

Dias et al. (2006) testaram quatro densidades populacionais e quatro lâminas de irrigação na mamoneira e verificaram que o rendimento do racemo secundário foi fortemente desfavorecido nas duas menores quantidades de água aplicadas, o que provocou redução no rendimento total.

Em cultivos irrigados o fornecimento hídrico deve ser suspenso 3 a 4 semanas antes da colheita, especialmente no caso de colheitas mecanizadas (WEISS, 1971). A este respeito Hemerly (1981) salienta que no manejo da irrigação a água deve ser ministrada em quantidades reduzidas e em intervalos curtos, sendo suspensa pelo menos um mês antes da colheita. Kittock, Williams e Hanway (1967) e Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) relatam que a quantidade de água requerida para irrigar a mamoneira irá depender dentre outros fatores da cultivar considerada, do estágio fenológico e das condições ambientais. Também tem sido observado que em condições irrigadas ou sob elevada disponibilidade de umidade a planta altera seu porte, apresentando crescimento exuberante, retardando o florescimento e a maturação dos frutos (WEISS, 1971).

Laureti e Marras (1995) verificaram resposta linear do rendimento com a quantidade de água aplicada à mamoneira, até 100% da evapotranspiração. Já Estragnat e Garric (1991) *apud* Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000), constataram máximo rendimento com a aplicação de uma lâmina de água equivalente a 50% da evapotranspiração, observando nestas condições elevada quantidade de frutos por racemo, de racemos por planta e uma excelente massa de mil sementes.

Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) verificaram que a maturação do racemo primário ocorreu de 2 a 13 dias mais cedo em plantas sob sequeiro do que naquelas submetidas à irrigação. Para estes autores a irrigação prolonga o ciclo de vida da planta, aumentando o porte e a altura de inserção do primeiro racemo, conferindo maior crescimento vegetativo. Tais observações estão condizentes com resultados obtidos por Kittock, Williams e Hanway (1967) ao relatarem que o crescimento vegetativo foi marcadamente afetado pela irrigação.

Em termos de produtividade, Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) constaram que quando comparada às condições de sequeiro a irrigação foi eficiente no aumento do rendimento da cultura, tendo sido registrados valores superiores a  $4.049 \text{ kg ha}^{-1}$ . O que foi atribuído a dois fatores principais: elevado número de racemos por planta e maior quantidade de sementes que também eram mais pesadas e continham maior teor de óleo.

Contudo, Laureti e Marras (1995) não encontraram variação no teor de óleo entre sementes oriundas de plantas cultivadas em regime de sequeiro e de irrigação; e Arnaud (1990) *apud* Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) verificou que o aumento no rendimento da mamoneira irrigada está associado ao maior número de frutos e racemos por planta, mas não com a massa das sementes.

Em todo o mundo são poucos os trabalhos com irrigação na mamoneira, razão pela qual se deve investir em pesquisas nesta área, a fim de se obter detalhes sob o manejo da irrigação, com vistas ao ganho de produtividade, pelo aumento na eficiência produtiva da lavoura. No Brasil as áreas irrigadas ainda são pequenas e restritas a poucos Estados, onde já foram registradas produtividades superiores a  $6.000 \text{ kg ha}^{-1}$  (BELTRÃO, 2006).

Em outro trabalho Beltrão e Silva (1999) afirmam que com suprimento hídrico adequado já foram alcançadas produtividades superiores a  $5.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Produtividades elevadas estão indiscutivelmente relacionadas ao bom manejo da

irrigação, e a este respeito Curi e Campelo Júnior (2004) realizaram um estudo com o objetivo de determinar o coeficiente de cultivo ( $kc$ ) para os diferentes estágios de crescimento da mamona e, obtiveram um  $kc$  médio de 0,72 para todo o ciclo, com valor máximo ocorrendo no início da fase reprodutiva ( $kc= 1,37$ ). Com isso, concluíram que as exigências hídricas para a cultura da mamona nas condições estudadas, são influenciadas pelas condições atmosféricas e pela área foliar das plantas.

Kittock, Williams e Hanway (1967) estudaram o efeito da irrigação e de doses de fertilizantes nos componentes do rendimento da mamoneira, e verificaram que a massa de sementes e o conteúdo de óleo foram inversamente relacionados com a quantidade de água aplicada, e atribuíram estes resultados ao atraso na maturação dos frutos, quanto à produtividade não houve diferença estatística entre as doses de fertilizantes e laminas de água aplicadas.

Laureti et al. (1998) estudando o comportamento de cultivares de mamona em condições irrigadas e sob sequeiro, encontraram maiores valores de produtividade total, rendimento do racemo primário e massa de mil sementes em regime de irrigação. A produtividade máxima obtida foi de 2.080 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. Também foi observado que no cultivo de sequeiro houve uma menor produção de racemos por planta. O teor de óleo das sementes foi afetado positivamente pela irrigação, tendo sido obtidos valores médios de até 49,3% de óleo na semente.

Para a cultivar “BRS 149 Nordestina” cujo rendimento médio em condições de sequeiro é de 1.500 kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA ALGODÃO, 2002), o uso da irrigação pode ampliar este valor para 3.500 kg ha<sup>-1</sup> ou até mesmo 4.500 kg ha<sup>-1</sup> (BELTRÃO, 2001).

## **2.4 Espaçamento e densidade de plantio**

A definição do espaçamento e da densidade de plantio é um passo tecnológico simples, mas, de grande importância no planejamento de uma lavoura em determinada região. O uso de espaçamentos e densidades de plantios indevidos poderá reduzir as produções ou acarretar problemas de manejo da própria lavoura (AZEVEDO et al., 1997a).

O espaçamento para a cultura da mamona é em muitos casos condicionado pela fertilidade do solo e porte das plantas. Solos muito férteis propiciam crescimento exuberante, razão pela qual são utilizados maiores espaçamentos (GONÇALVES; BENDEZÚ; LELES, 1981). Para estes mesmos autores o espaçamento mais recomendado para a mamoneira de porte anão varia de 1,0 m x 1,0 m a 1,0 m x 0,5 m. Também reportam que as informações sobre espaçamentos para variedades de porte médio e alto são escassas e sem base científica. Razão pela qual, o estudo de espaçamentos adequados a exploração da mamoneira, especialmente em condições irrigadas são tão importantes. Para a cultivar “BRS 149 Nordestina” de porte médio os espaçamentos mais recomendados são os seguintes: 2,0 m x 1,0 m; 3,0 m x 1,0 m e 4,0 m x 1,0 m, com uma planta por cova em solos de baixa, média e alta fertilidade, respectivamente (EMBRAPA ALGODÃO, 2002). Moraes et al. (2006) informam que o espaçamento de 3 m entre linhas tem sido normalmente recomendado para a cultivar “BRS 149 Nordestina”, mas há indícios de que o adensamento da população propicie aumento de produtividade.

O estreitamento do espaçamento e da densidade de plantio aumenta o número de plantas por área, e por conseguinte, a competição intra-específica e intra-planta. Desse modo, quanto maiores os espaçamentos entre fileiras e plantas, maior será a disponibilidade dos recursos naturais para cada planta. Estas circunstâncias permitem o desenvolvimento de plantas exuberantes e com maior número de racemo, os quais possuem maior tamanho, número de frutos e massa de sementes. Por outro lado à medida que se diminui o espaçamento a população aumenta, e com ela a competição pelo substrato ecológico. Quando a demanda supera a oferta em pelo menos um dos fatores de produção, tem-se início o processo de competição e de restrição ao crescimento da planta com reflexos nos componentes de produção (DONALD, 1963 *apud* AZEVEDO et al., 1997a).

Não são muitos os trabalhos testando diferentes espaçamentos para a cultura da mamona, ocorrendo informações generalizadas para determinado local, cultivar e classe de solo, havendo relatos de populações de plantas que variam de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup> em cultivos consorciados com cultivares de porte médio e alto, até mais de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> em monocultivo, colheita mecanizada e utilização de cultivares de porte anão. Vijaya Kumar et al. (1996) por exemplo, utilizaram o espaçamento de 0,65 m entre fileiras de plantio com quatro plantas por metro linear

o que corresponde a mais de 60.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Laureti et al. (1998) também utilizaram espaçamento semelhante e obtiveram uma população superior a 50.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

De um modo geral a população de plantas ótima para uma determinada lavoura depende de quatro fatores principais: cultivar, umidade e fertilidade do solo e necessidade de tráfego de animais ou máquinas, para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas. É evidente que estes fatores interagem e cabe à pesquisa definir a população mínima mais produtiva de uma lavoura, numa dada região (AZEVEDO et al., 1998b).

De acordo com Távora et al. (1974) a densidade e a configuração de plantio, são fatores que podem afetar grandemente o crescimento da mamoneira. Estes mesmos autores, testaram cinco populações de plantas da cultivar de mamona IAC 38, em três municípios do Estado do Ceará, e verificaram que a densidade de plantio não afetou significativamente a produtividade de grãos e a percentagem de óleo das sementes.

Azevedo et al. (1997b) avaliaram diferentes espaçamentos e densidades de plantio para a mamoneira e concluíram que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre os componentes de produção e produtividade. Mas em outro trabalho Azevedo et al. (1997c) encontraram maiores valores para o comprimento do racemo, número de fruto por racemo e número de racemos por planta, em espaçamentos mais largos. Mesmo assim, os maiores rendimentos foram obtidos nos espaçamentos mais adensados, e a população de 5.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  foi a que conferiu a maior produtividade de grãos.

Gondim et al. (2004) testaram três espaçamentos e três densidades de plantio, em dois genótipos de mamoneira cultivados em regime de irrigação, e verificaram que o adensamento não afetou significativamente a produtividade e os componentes de produção. Mesmo assim, houve uma tendência de redução no número de racemos por planta com o aumento da população de ambos os genótipos, o que foi compensada pelo maior número de plantas em uma mesma área. Azevedo et al. (1997a) também registraram redução no tamanho dos racemos, no número de racemos por planta e no número de frutos por racemo em espaçamentos mais estreitos, todavia, tais reduções não diminuíram significativamente a produtividade da cultura.

Azevedo et al. (1998a) estudando a influência de diferentes populações de plantas sob o rendimento da mamoneira, verificaram que o rendimento de grãos aumentou na medida em que a população de plantas cresceu, obtendo-se o máximo rendimento na população de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O que está de acordo com informações de Gondim et al. (2006) ao observarem que o aumento da densidade de plantio contribuiu para o aumento da produtividade. Dias et al. (2006) testaram diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação na cultura da mamona e constataram que independente da quantidade de água aplicada, as plantas sob cultivo adensado são mais produtivas, especialmente, quando se considera a produção dos racemos secundários.

Corrêa (2005) em estudo conduzido em Quixadá – CE, verificou que mudanças no espaçamento de plantio da mamoneira, não afetaram de modo significativo os componentes de produção e a produtividade de grãos da cultivar “BRS 149 Nordestina”.

Azevedo et al. (1998b) estudando o comportamento da mamoneira cultivada em diferentes populações e em sistema consorciado, constataram que o rendimento da cultura cresceu linearmente com o aumento de sua população e que a população ótima da mamoneira se encontra num intervalo superior a 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Moraes et al. (2006) avaliaram o comportamento da mamoneira da cultivar “BRS 149 Nordestina” cultivada em diferentes espaçamentos, e não constataram diferenças significativas na altura de plantas, teor de óleo e produtividade de grãos.

## **2.5 Biodiesel**

A concentração atual de CO<sub>2</sub> na atmosfera que é de aproximadamente 0,037% ou 370 ppm, está aumentando mais ou menos 1 ppm por ano, em virtude, especialmente da queima de combustíveis fósseis. Desde 1958, quando começaram as medições sistemáticas de CO<sub>2</sub> em Mauna Loa, Havaí, as concentrações têm aumentado em mais de 17% e, em 2020, podem alcançar 600 ppm. As conseqüências do aumento na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera estão na mira de muitos cientistas, por causa das predições que o efeito estufa está alterando o clima da terra (TAIZ; ZEIGER, 2004).



Cerca de 40% de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural. Como essas fontes são limitadas e com previsão de esgotamento no futuro, a busca por fontes alternativas de energia é de suma importância.

Neste contexto, os óleos vegetais aparecem como uma alternativa para substituição ao óleo diesel mineral (ALVES; SANTOS; TORRES, 2006). Ademais, a utilização de fontes renováveis de energia, menos poluentes e que contribuam com uma menor liberação de CO<sub>2</sub>, é de vital importância para o futuro da vida no planeta em face das consequências danosas do efeito estufa. Atualmente, as discussões a respeito de fontes renováveis de energia, sejam elas etanol, biogás ou biodiesel, tem ultrapassado as questões meramente energéticas e se estendido para a preocupação com o meio ambiente, tanto por questão de segurança nacional como também por questão de pressão da própria sociedade, com relação às discussões sobre preservação e conservação do meio ambiente (PIRES et al., 2004).

Biodiesel, ou simplesmente diesel vegetal, é uma denominação genérica para combustíveis e aditivos derivados de fontes renováveis, tais como o dendê, babaçu, soja, mamona, e em alguns casos de gordura animal ou óleo de fritura. Possui um forte apelo ambiental, especialmente por diminuir as emissões de gases como CO<sub>2</sub> e partículas de hidrocarbonetos durante a combustão, quando comparado aos combustíveis fósseis. No Brasil as pesquisas com biodiesel remontam ao ano de 1980 com a patente PI-8007957, que foi a primeira no Brasil de biodiesel e querosene vegetal (HOLANDA, 2006; PIRES et al., 2004).

Quimicamente, o biodiesel é definido como um éster monoalquílico de ácidos graxos de cadeia longa com características físico-químicas semelhantes ao diesel mineral, podendo ser utilizado puro ou misturado em quaisquer proporções, em motores de ciclo diesel sem a necessidade de adaptações onerosas ou significativas. Por ser biodegradável, não é tóxico e praticamente livre de enxofre, sendo considerado um combustível ecológico (PARENTE, 2003).

Dois rotas tecnológicas ou processos químicos, são utilizados para a obtenção do biodiesel: *Transesterificação* e *Craqueamento térmico*. Na transesterificação um reator realiza a reação química do óleo vegetal com o etanol (rota etílica) ou metanol (rota metílica) na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou de potássio), para a remoção da glicerina, que aparece como subproduto. O processo de craqueamento térmico ou pirólise consiste na conversão de uma

substância em outra através de aquecimento, na ausência de oxigênio. Desse modo o reator trabalha a altas temperaturas (superiores a 450°C), promovendo a quebra das moléculas na presença de um catalisador (HOLANDA, 2004).

Historicamente, o primeiro biodiesel foi o óleo de amendoim, com o qual Rudolph Christian Carl Diesel abasteceu um motor de sua invenção, em 1900, numa exposição em Paris. Motor este, que contrariamente a vontade do inventor, seria mais tarde abastecido, exclusivamente com o diesel de petróleo, em virtude do grande avanço da indústria petrolífera (FONTANA, 2003).

No Brasil os primeiros estudos com biodiesel foram realizados no Estado do Ceará em 1979, e no dia 30 de outubro de 1980 foi lançado o programa PRODIESEL, que previa a produção de biodiesel a partir de diversas matérias-primas, tais como: mamona, soja, amendoim, algodão, girassol, dendê, dentre outras (PARENTE, 2003), com destaque para a cultura da mamona, em virtude, do elevado teor de óleo de suas sementes.

Na atualidade, o biodiesel obtido a partir do óleo de mamona é o produto mais importante desta cultura, e pode contribuir sobremaneira para a redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE), além de gerar milhares de postos de trabalho em todo o Brasil (AMARAL, 2003). É bem verdade que a matéria-prima e os processos para a produção de biodiesel dependem da região considerada e das diversidades sociais, econômicas e ambientais que geram distintas motivações regionais para a sua produção e consumo (HOLANDA, 2004).

No Nordeste é consenso entre muitos especialistas que a mamoneira, apesar de ter sido colocada a margem das grandes culturas comerciais durante muito tempo, é a matéria-prima mais indicada para suprir o Programa Nacional de Biodiesel. Presentemente, esta oleaginosa tem sido objeto de vários estudos, que visam atender a crescente demanda por informações que contribuam com a melhoria do seu sistema produtivo, e a coloque definitivamente entre os cultivos de importância econômica no Brasil.

Combustíveis renováveis de origem vegetal já estão sendo utilizados em muitos países desenvolvidos há mais de dez anos, seja na forma pura, como encontrado na Alemanha ou em misturas variadas com óleo diesel de petróleo como é usado na França, Itália e Suécia (FONTANA, 2003).

Segundo Khalil (2003) a primeira etapa de produção agrícola de mamona com vistas à produção de biodiesel, será realizada em escala piloto na região semi-

árida nordestina, envolvendo plantios realizados próximos a campos produtores de petróleo, utilização de sementes de boa qualidade e de cultivares adequadas a região, uso da irrigação e monocultura em plantio adensado com uso integral da planta.

Kouri e Santos (2006) ainda informam que a cultura da mamona será uma das mais importantes matérias-primas que poderá ser utilizada para compor a matriz energética deste século. E acrescentam que a exploração da cultura da mamona pode representar um mecanismo de proteção ambiental, em uma época em que se prevê a escassez natural das reservas petrolíferas e o agravamento do efeito estufa pela emissão exagerada de CO<sub>2</sub>.

Tal fato reflete a importância da mamoneira não só do ponto de vista social mas também ambiental, podendo inclusive se tornar o suporte para projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), envolvendo a fixação de carbono ou a redução de sua emissão, e de outros gases poluentes considerados responsáveis pelo aumento da temperatura do planeta.

É provável que em alguns anos o Brasil venha a diversificar ainda mais sua matriz energética em decorrência da abundância de recursos naturais renováveis e da riqueza de sua biomassa. Sob o ponto de vista legal foi editada a medida provisória 214 com base no Projeto de Lei 3.368, em vigor desde 01 de janeiro de 2005. Segundo a qual a Agência Nacional de Petróleo (ANP) passa a regular as atividades ligadas ao biodiesel, além disso, determina que a Petrobrás deve adicionar, a partir de 2008, 2% de biodiesel ao diesel mineral, e 5% a partir de 2013 (HOLANDA, 2006) o que já vem ocorrendo em muitas cidades brasileiras.

Segundo Parente (2003) admitindo-se que 2% de óleo diesel seja substituído por biodiesel e que o volume do óleo vegetal seja equivalente ao do biodiesel produzido, seriam necessários 680 mil toneladas de óleo vegetal. Caso esse óleo fosse produzido a partir da mamona, poderiam ser empregadas cerca de 700 mil famílias e cultivados aproximadamente 1,5 milhão de hectares. A este respeito Pires et al. (2004) ressaltam que as discussões sobre o biodiesel têm procurado priorizar oleaginosas que propiciem maior emprego de mão-de-obra e insiram regiões que estejam à margem do processo de desenvolvimento econômico. Nesse contexto, a cultura da mamona vem despertando maior interesse, por parte do Programa Nacional de Biodiesel.

Para Maia et al. (2006) no cenário de oleaginosas utilizadas para a produção de biodiesel, a mamoneira vem ganhando grande destaque por ser adaptada às condições edafoclimáticas nordestinas e também devido ao alto teor de óleo de suas sementes, assumindo um papel de desenvolvimento econômico e social que permitirá o incentivo da agricultura familiar e a melhoria da qualidade de vida no semi-árido. Todavia, Alves, Santos e Torres (2006) alertam que para satisfazer as necessidades em biodiesel previstas para 2008, no Brasil, serão necessários mais de um milhão de toneladas de ésteres de ácidos graxos por ano e no momento não há perspectivas de que esta produção seja garantida.

Mesmo assim, Fornazieri Júnior (1986) afirma que o uso do óleo de mamona para a produção de biodiesel, fará desta oleaginosa a primeira em importância econômica no Brasil e, possivelmente, no mundo.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. T.; SANTOS, D. C.; TORRES, E. A. Produção do biodiesel de mamona em escala semi-industrial na planta piloto da Universidade Federal da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

AMARAL, J. G. C. do, **Variabilidade genética para características agronômicas entre progênies autofecundadas de mamona (*Ricinus communis* L.) cv AL Guarany 2002**. 2003. 59 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu.

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 5, p. 63-76.

AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; ARAÚJO, A. E. de; GOMES, D. C. **Zoneamento e época de plantio para a mamoneira no Estado da Bahia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1999, 9 p. (Comunicado Técnico, 103).

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; KLAR, A. E. Produtividade da alfaca em função do potencial matricial de água no solo e níveis de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 27-31, 1996.

ANGELY, J. **Flora analítica e fitográfica do Estado de São Paulo**. 1. ed. São Paulo: Ayrton, 1970. v. 2, 330p.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W. dos; VIEIRA, D. J.; LIMA, E. F.; BATISTA F. A. S.; PEREIRA, J. R. Efeito de população de plantas no rendimento do consórcio de mamona com culturas alimentares. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 2, n. 3, p. 193-202. set-dez. de 1998a.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; BATISTA, F. A. S.; LIMA, E. F.; DOURADO, V. **Definição do espaçamento e da densidade de plantio da mamoneira para a região produtora de Irecê**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997b, 6p. (Pesquisa em andamento, 46).

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. **Efeito da população de plantas no rendimento da mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997c, 5p. (Comunicado Técnico, 54).

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; NÓBREGA, L. B. da; VIEIRA, D. S.; PEREIRA, J. R. Efeito da população e plantas no consórcio mamoneira/sorgo. **Rev. bras. ol. fibros.** Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 183-192. set-dez., 1998b.

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J.; NÓBREGA, L. B. da; DANTAS, E. S. B.; ARAÚJO, J. D. de. **Período crítico de competição entre plantas daninhas e a mamoneira.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997a, 6p. (Comunicado Técnico, 44).

AZEVEDO, D. M. P. de; NÓBREGA, M. B. da; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 6, p. 121-160.

AZZINI, A.; SALGADO, A. L. de B; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V. Restos vegetais da cultura da mamona como matéria-prima para celulose. **Bragantia,** Campinas, v. 40, n. 1, p. 115-124, jul. de 1981.

AZZINI, A.; SAVY FILHO, A.; SALGADO, A. L. de B.; ARNALDI, F. Z. Deslignificação dos resíduos agrícolas da cultura da mamona par produção de celulose e papel. **Bragantia,** Campinas, v. 43, n. 2, p. 519-530, 1984.

BARRETO, A. N.; AMARAL, J. A. B. Quantificação de água necessária para a mamoneira irrigada com base nas constantes hídricas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

BARROS JÚNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; LACERDA, R. D.; OLIVEIRA, J. M. C. Efeito do déficit de água no solo sobre a relação raiz/parte aérea nas cultivares de mamona BRS 149 E BRS 188. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância de seu cultivo no Brasil. **Rev. bras. ol. fibros.,** Campina Grande: Embrapa Algodão, n. 31, p. 7. 1999.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 2, p. 37-62.

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. Z.; SANTOS, J. W.; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de; QUEIROZ, U. C. de. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 7, n. 1, p. 659-664. jan-abr., 2003.

BELTRÃO, N. E. de M. **Sistema de produção de mamona em condições irrigadas**: Considerações gerais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 14 p. (Documentos, 132).

BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003, 4 p. (Comunicado Técnico, 146).

BELTRÃO, N. E. de M.; ARAÚJO, A. E. de; GONÇALVES, N. P.; AMARAL, J. A. B. do; SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D. **Ordenamento ambiental e época de plantio da mamoneira (*Ricinus communis*) para a região Norte de Minas Gerais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004, 6 p. (Comunicado Técnico, 207).

BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. **Informações sobre o sistema de produção utilizados na ricinocultura na região Nordeste, em especial o semi-árido e outros aspectos ligados a sua cadeia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 6 p. (Comunicado Técnico, 213).

BELTRÃO, N. E. M. Mamoneira e seu cultivo no Nordeste brasileiro: excelente opção para a agricultura familiar, em especial no Estado da Paraíba. **Bahia Agrícola**, v. 4, n. 2, nov. de 2001.

BERNARDO, S. Desenvolvimento e perspectiva da irrigação no Brasil. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 1, n. 14, p. 1-14, 1992.

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

CORRÊA, M. L. P.; SILVA, C. S. A.; SOUZA, A. dos S.; TAVORA, F. J. A. F. Rendimento e uso eficiente da terra de duas cultivares de mamona consorciadas com sorgo granífero e caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BODIESEL, 1., 2004, Varginha/MG. **Anais....**Varginha: UFLA, 2004. Disponível em: <[http://oleo.ufla.br/anais\\_1/artigos.html](http://oleo.ufla.br/anais_1/artigos.html)>. Acesso em: 9 nov. de 2006.

CORRÊA, M. L. P; **Comportamento da mamoneira consorciada com caupi, sorgo e amendoim**. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza.

CURI, S.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Evapotranspiração e coeficiente de cultura na mamoneira (*Ricinus communis* L.), em Santo Antônio do Leverger-MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

DAI, Z.; EDWARDS, G. E.; KU, M. S. B. Control of photosynthesis and stomatal conductance in *Ricinus communis* L. (Castor Bean) by leaf to air vapor pressure deficit. **Plant. Physiol.**, v. 99, p. 1426-1434, feb.1992.

DIAS, J. M.; SILVA, S. M. S.; GONDIM, T. M. de S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; BEZERRA, J. R. C.; VASCONCELOS, R. A. de. Efeitos de diferentes quantidades de água de irrigação e de densidades populacionais na cultura da mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

DUKE, J. A. *Ricinus communis* L. **Handbook of Energy Crops**. Purdue, 1983. Disponível em: <[http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Ricinus\\_communi s.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Ricinus_communi s.html)>. Acesso em: 28 de jun. 2006.

EMBRAPA ALGODÃO. **BRS – 149 Nordestina**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 1 folder.

EPPERSON, J. E.; HOOK, J. E.; MUSTAFÁ, Y. Dynamic programming for improving irrigation scheduling strategies of maize. **Agricultural Systems**, v. 42, n. 1, p. 85-101, 1993.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 02 de dez. de 2006.

FONTANA, J. D. Biodiesel e inclusão social: processos de produção e auto-suficiência energética para pequenas comunidades. In: **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos deputados, 2003. (Videoconferência).

FORNAZIERI JÚNIOR, A. **Mamona**: uma rica fonte de óleo e divisas. São Paulo: Ícone, 1986. 71p.



FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 13, p. 295-336.

GONÇALVES, N. P.; BENDEZÚ, J. M.; LELES, W. D. Época, espaçamento e densidade de plantio para a cultura da mamona. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 33-35, 1981.

GONDIM, T. M. de S.; VASCONCELOS, R. A. de; SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; NÓBREGA, B. de M. Adensamento de mamoneira em condições de sequeiro em missão velha, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

GONDIM, T. M. S.; NÓBREGA, M. B. M.; SEVERINO, L. S.; VASCONCELOS, R. A. de. Adensamento de mamoneira sob irrigação em Barbalha, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

HECKENBERGER, U.; ROGGATZ, U.; SCHURR, U. Effect of drought stress on the cytological status in *Ricinus communis*. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v. 49, n. 319, p. 181-189, Feb. 1998. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 10 de mar. 2006.

HEMERLY, F. X. **Mamona: Comportamento e tendências no Brasil**. Brasília: Embrapa - Departamento de Informação e Documentação. 1981. 63p.

HIKWA, D.; MUGWIRA, L. M. Response of castor cultivar "Hake" to rate and method of nitrogen fertilizer application in different environments of Zimbabwe. **African Crop Science Journal**, v. 5, n. 2, p. 175-188, mar. 1997. Disponível em: <<http://biolineinternational>>. Acesso em: 25 de jan. 2006.

HOLANDA, A. **Biodiesel: Combustível para cidadania**. Brasília: Plenarium, 2006. 30p. (Série Ação Parlamentar, 326).

HOLANDA, A. **Cadernos de altos estudos: Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos deputados, Coordenação de publicação, 2004. 200p. (Série de Cadernos de Altos Estudos, 1).

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria>>. Acesso em: 7 set. 2006b.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em:  
<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 7 set. 2006a.

KHALIL, C. N. Economicidade e sustentabilidade do processo de produção de biodiesel a partir da semente de mamona. In: HOLANDA, A. **O biodiesel e a inclusão social**. Brasília: Câmara dos deputados, Coordenação de publicações, 2003. Videoconferência.

KITTOCK, D. L.; WILLIAMS, J. H. Influence of planting date on certain morphological characteristics of castor beans. **Agro. Journal**, v. 60, p. 401-403, jul-aug. 1968.

KITTOCK, D. L.; WILLIAMS, J. H.; HANWAY, D. G. Castorbean yield and quality as influenced by irrigation schedules and fertilization rates. **Agro. Journal**, v. 59, p. 463-467, sep-oct. de 1967.

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

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European journal of agronomy**, v. 11, p. 227-237, 1999. Disponível em:  
<<http://www.elsevier.com/locate/eja>>. Acesso em: 21 de Jan. 2006.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. **J. Agro. & Crop Science**, Berlin, p. 33-41, 2000. Disponível em:  
<<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 21 de jan. 2006.

LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C. da; SORREANO, M. C. M.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 61-67, jan. 2005.

LAURETI, D.; FEDELI, A. M.; SCARPA, G. M.; MARRAS, G. F. Performance of castor (*Ricinus communis* L.) cultivars in Italy. **Industrial Crops and Products**, Elsevier, v. 7, p. 91-93, 1998. Disponível em:  
<<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 06 de mar. 2006.

LAURETI, D.; MARRAS, G. F. Irrigation of castor (*Ricinus communis* L.) in Italy. **Eur. J. Agron.**, Elsevier, v. 4, p. 229-235, 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 06 de mar. 2006.

LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; SILVA, I. de F. da; SOUZA, C. de; LIRA C. A. B. de O. Avaliação dos componentes do balanço de energia num solo cultivado com mamona no Brejo paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

LORENZI, H. (Ed.). **Plantas daninhas do Brasil:** aquáticas, terrestres e tóxicas. 3. ed. Nova Odessa-SP: Plantarum, 2000. 608p.

MAIA, A. C. S.; TEIXEIRA, J. C.; LIMA, S. M.; FERREIRA, C. V.; STRAGEVITCH, L. Estudo do impacto da adição do biodiesel de mamona ao óleo diesel mineral sobre a propriedade viscosidade cinemática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

MORAES, C. R. de A.; SEVERINO, L. S.; VALE, L. S.; COELHO, D. K.; GONDIM, T. M. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Produção e teor de óleo da mamoneira de porte médio plantada em diferentes espaçamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

MOSHKIN, V. A. **Castor.** New Delhi: Oxonian Press, 1986. 315p.

MOTA, J. H. **Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido.** 1999. 65f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, UFLA, Lavras- MG.

OLSNES, S. The history of ricin, abrin and related toxins. **Toxicon**, v. 44, p. 361-370, 2004. Disponível em: <<http://www.elsevier.com.br/locate/toxicon>>. Acesso em: 23 abr. 2006.

OPLINGER, E. S.; OELKE, E. A.; KAMINSKI, A. R.; COMBS, S. M.; DOLI, J. D.; SCHULER, R. T. *Ricinus communis* L. **Field crops manual**, Purdue, 1997. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/castor.html>>. Acesso em: 12 de mar. 2006.

PARENTE, E. J. de SÁ. **Biodiesel:** Uma aventura tecnológica em um país engraçado. Fortaleza: TECBIO, 2003. 51p.

PAULO, E. M.; KASAI, F. S.; SAVY FILHO, A. Efeito da largura da faixa de capina na cultura da mamona. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, 1997.

PEITER, M. X.; CHAUDHRI, F. H. Previsão da produção de milho submetido a diferentes níveis de manejo de irrigação via modelo de simulação. **Irriga**, Botucatu, v. 3, n. 3, p. 76-91, 1998.

PIRES, M. M.; ALVES, J. M.; ALMEIDA NETO, J. A.; ALMEIDA, C. M.; SOUSA, G. S.; CRUZ, R. S.; MONTEIRO, R.; LOPES, B. S.; ROBRA, S. **Biodiesel de mamona: uma avaliação econômica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

PLANTAMED. Ricinus: Algumas espécies do gênero Ricinus L. **Plantamed**, 2005. Disponível em: <<http://www.plantamed.com.br/GEN/Ricinus.html>>. Acesso em: 15 de out. 2006.

POPOVA, G. M.; MOSHKIN, V. A. Botanical and biological properties of castor: botanical classification. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Oxonion Press, 1986. 315p.

PORCKER MICHEL, H. Sorting Ricinus Names. **Multilingual Multiscript plant name database** – A Work in Progress. Institute for Land & Food Resources. The University of Melbourne. 2004. Disponível em: <<http://gmr.landfood.unimelb.edu.au/Plantnames/Sorting/Ricinus.html>>. Acesso em: set. 2006.

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

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

SAVY FILHO, A. Mamona. **Centro de plantas graníferas/oleaginosas**. IAC. Campinas-SP, 2004. Disponível em: <<http://www.iac.gov.br>>. Acesso em: 19 set. 2004.

SAVY FILHO, A. **Mamona**: tecnologia agrícola. Campinas: EMOPI, 2005. 105p.

SCHURR, U.; HECKENBERGER, U.; HERDEL, K.; WALTER, A.; FEIL, R. Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source transition. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v. 51, n. 350, p. 1515-1529, sep. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 11 de oct. 2006.

SEVERINO, S. L.; MILANI, M.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; CARDOSO, G. D. Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 37, n. 2, p. 188-194, dez 2006.

SILVA, L. C.; AMORIM NETO, M. S.; BELTRÃO, N. E. de M. **Recomendações técnicas para o cultivo e época de plantio de mamona cv. BRS 149 (Nordestina) na micro-região de Irecê, Bahia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. 6p (Comunicado Técnico, 112).

SILVA, M. T.; AMARAL, J. A. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; COSTA, A. M. N.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; SILVA, A. A. G.; BARROS, A. H. C. Zoneamento de risco climático para a mamona no Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, W. J. da. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, da mamona e do amendoim. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 24-28, 1981.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Eds.). **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artimed, 2004. 719p.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

TÁVORA, F. J. A. F.; BARBOSA FILHO, M. Antecipação de plantio, com irrigação suplementar, no crescimento e produção da mandioca. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 29, n. 12, p.1915-1926, dez. 1994.

TÁVORA, F. J. A. F.; ALVES, J. F.; QUEIROZ, G. M. de; PINHO, J. L. N. de. Estudo da densidade de plantio em mamona anã, *Ricinus communis* L.. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 4, n. 1/2, p. 89-93, dez. 1974.

USDA. **Castorbean production**. Washington: U.S. Departamento of Agriculture, 1960. (Famer's Bulletin, 2041).

VASCONCELOS, M. A. C. de. Informações sobre o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.). Fortaleza: EMATECE, 1990. 19p.

VEIGA, R. F. A.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V. **Descritores mínimos para caracterização e avaliação de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aplicados no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, IAC, 1989, 16p. (Boletim técnico, 125).

VIEIRA, R. de M.; LIMA, E. F.; AZEVEDO, D. M. P. de; BATISTA, F. A. S.; SANTOS, J. W. dos; DOURADO, R. M. F. **Competição e cultivares de linhagens de mamoneira no Nordeste do Brasil – 1993/96**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1998, 14p. (Comunicado Técnico, 71).

VIJAYA KUMAR, P.; RAMAKRISHNA, Y. S.; RAMANA RAO, B. V.; VICTOR, U. S.; SRIVASTAVA, N. N.; SUBBA RAO, A. V. M. Influence of moisture, thermal and photoperiodic regimes on the productivity of castor beans (*Ricinus communis* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, Hyderabad, v. 88, p. 279-289, 1997. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 23 de abr. 2006.

VIJAYA KUMAR, P.; SRIVASTAVA, N. N.; VICTOR, U. S.; GANGADHAR RAO, D.; SUBBA RAO, A. V. M.; RAMAKRISHNA, Y. S.; RAMANA RAO, B. V. Radiation and water use efficiencies of rainfed castor beans (*Ricinus communis* L.) in relation to different weather parameters. **Agr. and Forest Meteorology**, Hyderabad: Elsevier, v. 81, p. 241-253, 1996. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 22 de abr. 2006.

WEISS, E. A. **Castor, Sesame and Safflower**. London: Leonard Hill Books, 1971.

WEISS, E. A. **Oilseed Crops**. London: Longman, 1983. 660p.

ZIMMERMAN, L. H. **Castorbeans: A new oil crop for mechanized production**. Davis, California: Advances in Agronomy, 1958. p. 258-287.

## CAPÍTULO 2

### **Antecipação de plantio com irrigação suplementar na mamoneira. I – Efeito nos componentes de produção**

#### **RESUMO**

A suplementação hídrica na mamoneira torna possível a antecipação do plantio e pode favorecer o número de racemos por planta e de frutos por racemo, que são importantes componentes da produção. Objetivou-se com o presente estudo avaliar a influência da antecipação do plantio e da irrigação suplementar nos componentes de produção da mamoneira. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu, no município de Pentecoste - Ceará - Brasil. O solo foi preparado e adubado convencionalmente. A semeadura da cultivar “BRS 149 Nordestina” foi feita no espaçamento 1,5 m x 1,0 m. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram compostos por 4 épocas de plantio e diferentes manejos de irrigação. Verificou-se que a antecipação da semeadura para janeiro com o uso da irrigação suplementar favoreceu a produção de grãos e de racemos por planta, os quais possuem maior tamanho, peso e número de frutos. As sementes dos racemos secundários e terciários possuem maior teor de óleo e massa de sementes do que as dos primários. A época de semeadura e a irrigação não influenciaram a massa das sementes dos racemos secundários e terciários. A produção de grãos por planta foi positivamente correlacionada com o número de racemos por planta. A massa do racemo e o número de frutos por racemo são características altamente correlacionadas.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., manejo cultural, condições ambientais.

## Early planting with supplemental irrigation in the castor bean. I – Effect on yield components

### ABSTRACT

The association or early planting of castor bean with irrigation practice can improve yield components such as the number of racemes per plant and capsules per racemes. The purpose of this work was to investigate the effect of various sowing time and supplemental irrigation on the yield components of seed yield. The experiment was carried out at the experimental farm of the Universidade Federal do Ceará, at the Pentecoste, Ceará, Brazil. Standard cultural practices of soil preparation and fertilization were used. Seeds of castor bean cv. BRS 149 Nordestina were planted in rows spaced of 1.5 m x 1.0 m, with one plant per hill. The experimental design was arranged in a randomized block with eight treatments and four replications. The treatments were composed of four sowing times and several irrigation managements. The early planting at January with the use of irrigation increased the size and number of spikes per plant, and the weight and number of capsules per spikes. The secondary and tertiary racemes produced seeds with higher oil content and seed weight, as compared to the primary racemes. The sowing time and irrigation treatments had little effects on the seed weight of secondary and tertiary racemes. In the first planting time (December 2003) the primary racemes produced smaller seeds (weight of 1000 seeds) as compared with the later sowing times. High positive correlation was found between seed yield per plant and number of the racemes per plant. The weight of racemes was positively correlated with the number of fruits per raceme.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., crop management, environmental conditions.



## 1 INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é cultivada há séculos. Há cerca de 4 mil anos, os egípcios já utilizavam o óleo de suas sementes para iluminação. É uma espécie nativa da África tropical. Apresenta crescimento característico, com caule e ramificações laterais encerradas por um racemo que possui de 15 a 80 frutos, dependendo da cultivar e do manejo cultural aplicado.

O teor de óleo na semente varia de 35% a 55%, dependendo da cultivar, das condições ambientais e do modo de extração. Para a cultivar “BRS 149 Nordestina” de porte médio o teor de óleo nas sementes é de 48,90% em média, já a massa de mil sementes gira em torno de 680 gramas (BELTRÃO et al., 2006). A formação do óleo ocorre entre 20 e 70 dias após a fertilização sendo a temperatura o fator ambiental mais importante, apesar de a época da colheita e as práticas culturais também interferirem no teor de óleo das sementes. A colheita de frutos imaturos, associada a temperaturas acima de 35°C, e a falta de água no florescimento afetam negativamente o conteúdo de óleo da semente (WEISS, 1983; KOUTROUBAS; PAPAKOSTA; DOITSINIS, 2000; FREIRE, 2001).

Na atualidade a aplicação mais importante que vem sendo atribuída ao óleo de mamona, é na produção industrial de biodiesel, denominação genérica para combustíveis e aditivos derivados de fontes renováveis. Vale ressaltar que de acordo com o Projeto de Lei 3.368 e a medida provisória 214, a partir de 2008 a Petrobrás deverá adicionar 2% de biodiesel ao diesel de petróleo e 5% a partir de 2013, podendo estes prazos serem antecipados (OPLINGER et al., 1997; HOLANDA, 2006). Há grandes possibilidades de esta cultura vir a se tornar a principal fonte de matéria-prima para suprir esta demanda, especialmente no Nordeste. Entretanto, a produtividade da mamoneira no Nordeste brasileiro é baixa, de modo que a cadeia produtiva ainda carece de alguns ajustes e aprimoramentos. Por isso, é de grande importância a realização de um manejo cultural adequado, desde a época de plantio até a colheita, para a obtenção de elevados rendimentos de grãos e óleo.

A produtividade da mamoneira está intimamente relacionada com a massa das sementes, e em alguns trabalhos tem sido verificado que sob cultivo irrigado os valores desta característica são superiores aqueles de sequeiro. Também é importante destacar a existência de correlação positiva entre o conteúdo de óleo e

o peso das sementes (KOUTROUBAS; PAPAKOSTA; DOITSINIS, 2000). De acordo com estes autores a ocorrência de baixo teor de óleo em alguns genótipos está relacionada a um menor peso de mil sementes. Kittock, Williams e Hanway (1967) verificaram redução na massa de cem sementes e conteúdo de óleo em condições irrigadas e atribuíram estes resultados ao atraso na maturação dos frutos, também observaram redução no peso da semente com o avanço da ordem do racemo.

A mamoneira é muito exigente em umidade na fase inicial do crescimento, e necessita de períodos secos na maturação dos frutos (TÁVORA, 1982). Como na prática a cultura fica exposta às intempéries climáticas, a irrigação é uma medida importante para garantir o suprimento hídrico à cultura nos momentos de demanda.

Apesar de raros, os relatos presentes na literatura sobre o desempenho da cultura em condições irrigadas indicam aumentos na produtividade em relação ao cultivo de sequeiro, especialmente, pelo efeito benéfico no número de racemos por planta, de cápsulas por racemo e na massa de mil sementes (KOUTROUBAS; PAPAKOSTA; DOITSINIS, 1999). Para estes autores, em condições adequadas, a planta pode produzir muitos racemos, dependendo do número de ramificações laterais, já o número de frutos por racemo depende do número de flores femininas. Dessa forma, é possível que a antecipação do plantio da mamoneira possibilitada pela irrigação prolongue o seu ciclo produtivo, favorecendo o surgimento de mais racemos por planta, com maior massa, tamanho e número de frutos.

O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência da antecipação do plantio com uso da irrigação suplementar por microaspersão nos componentes de produção da mamoneira.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido entre os meses de dezembro de 2003 e dezembro de 2004 em área pertencente à Fazenda Experimental Vale do Curu - FEVC, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste - CE.

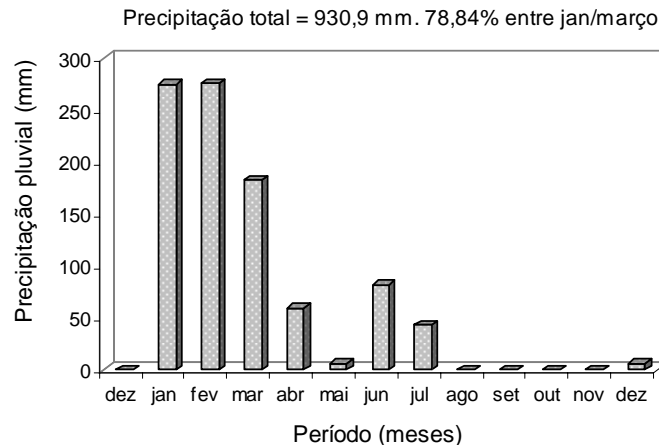
O município de Pentecoste está localizado geograficamente na Microrregião do Médio Curu do Estado do Ceará, com coordenadas de 6°47'34" de latitude sul e a 39°16'13" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich, a uma altitude média de 60 metros (BRASIL, 1973).

#### **2.1.1 Clima**

A classificação climática da região segundo Köppen é do tipo Aw': tropical chuvoso com cinco a oito meses secos. As temperaturas médias anuais variam de 22°C a 24°C, no período mais frio que ocorre entre junho e julho, a 28°C no período mais quente que vai de setembro a dezembro. A média da umidade relativa do ar ao longo do ano é de 74% (BRASIL, 1973).

A precipitação média anual varia de 600 mm a 1.100 mm com estação chuvosa concentrada entre os meses de janeiro e abril, onde ocorre mais de 70% dessa precipitação. O período crítico de deficiência hídrica vai de meados de julho a janeiro com demanda atmosférica superior as reservas de armazenamento de água do solo (BRASIL, 1973).

Na Figura 1 são apresentados graficamente os dados climáticos da precipitação pluvial, registrados na Estação Agrometeorológica da Fazenda Experimental Vale do Curu, durante o período de condução do experimento. A precipitação acumulada no período de condução do trabalho foi de 930,9 mm para o período compreendido entre o plantio e a última colheita. Todavia, a distribuição dessa precipitação foi irregular e 78,84% do total de chuvas ocorreu entre os meses de janeiro e abril.



**Figura 1.** Médias mensais da precipitação pluviométrica, registrada durante a condução do experimento no período de 05/12 de 2003 a 15/12 de 2004 na Fazenda Experimental Vale do Curu - CCA/UFC. Pentecoste – CE, 2004.

### 2.1.2 Solo

Os solos mais representativos da região estão inseridos nas unidades de mapeamento **PE<sub>33</sub>**; **PE<sub>35</sub>** e **Ae<sub>3</sub>**. Na área experimental o solo predominante pertence à classe dos NEOSSOLOS FLÚVICOS (Unidade de Mapeamento Ae<sub>3</sub>), anteriormente classificados como Solos Aluviais Eutróficos (BRASIL, 1973; EMBRAPA SOLOS, 1999). Estes solos foram formados a partir de deposições fluviais ao longo dos cursos de água, são terraços tipicamente planos e apresentam lençol freático elevado e drenagem insuficiente.

Antes do plantio duas amostras de solo foram coletadas na área experimental nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm para determinar as características químicas e físicas. As amostras de solo foram enviadas ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, e analisadas segundo procedimentos descritos pela Embrapa Solos (1997). Os resultados das análises físicas e químicas com teores dos elementos minerais interpretados segundo Tomé Júnior (1997) são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.** Características físico-hídricas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2004.

Características físicas	Profundidades de coleta (cm)	
	0-20	20-40
Areia grossa (%)	19	18
Areia fina (%)	55	56
Silte (%)	21	20
Argila (%)	5	6
Classificação textural	Franco arenoso	Franco arenoso
Argila dispersa (g kg <sup>-1</sup> )	80,18	130,62
Densidade do solo (kg m <sup>-3</sup> )	1,37	1,28
Porosidade total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,28	0,17
C. de Campo 0,01 MPa (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	15,30	12,50
P. de Murcha 1,50 MPa (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	5,50	4,76

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

**Tabela 2.** Características químicas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2004.

Características químicas	Profundidades de coleta (cm)			
	0-20	Caracterização	20-40	Caracterização
pH em água (1:2,5)	7,2	-	7,7	-
P (mg dm <sup>-3</sup> )	119	Alto	52	Alto
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	273	Alto	148	Alto
Na <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	37	-	40	-
Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0	-	0,0	-
Ca <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,2	Alto	4,3	Alto
Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,0	Alto	4,1	Alto

Análise realizada no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC. P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>: Extr. Mehlich 1; H<sup>+</sup>+Al<sup>+3</sup>: Extr. Acet. de Ca<sup>+2</sup> 0,5M pH 7; Al<sup>+3</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>: Extr. KCl 1M.

## 2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais

com área de 60 m<sup>2</sup> (6,0 m x 10,0 m) constituídas de quatro fileiras de plantas de mamoneira espaçadas em 1,5 m. A área total do experimento foi de 3.072 m<sup>2</sup> e a área útil considerando apenas as parcelas foi de 1.920 m<sup>2</sup>. Os tratamentos foram compostos por quatro épocas de plantio eqüidistantes em 30 dias, combinadas com diferentes regimes de irrigação (Tabela 3).

As épocas de plantio foram as seguintes: dezembro de 2003 e janeiro, fevereiro e março de 2004. Em cada uma delas instalaram-se dois tratamentos, um deles recebeu suplementação hídrica antes do início do período chuvoso, para possibilitar a germinação e o crescimento inicial das plântulas, e o outro recebeu suplementação hídrica antes e depois do período chuvoso. Para os dois tratamentos implantados em março, não houve suplementação hídrica no início do ciclo da cultura, uma vez que a estação chuvosa já havia se estabelecido. Todavia em um deles as plantas foram irrigadas depois do período chuvoso.

**Tabela 3.** Identificação dos tratamentos utilizados no experimento. Pentecoste – CE, 2004.

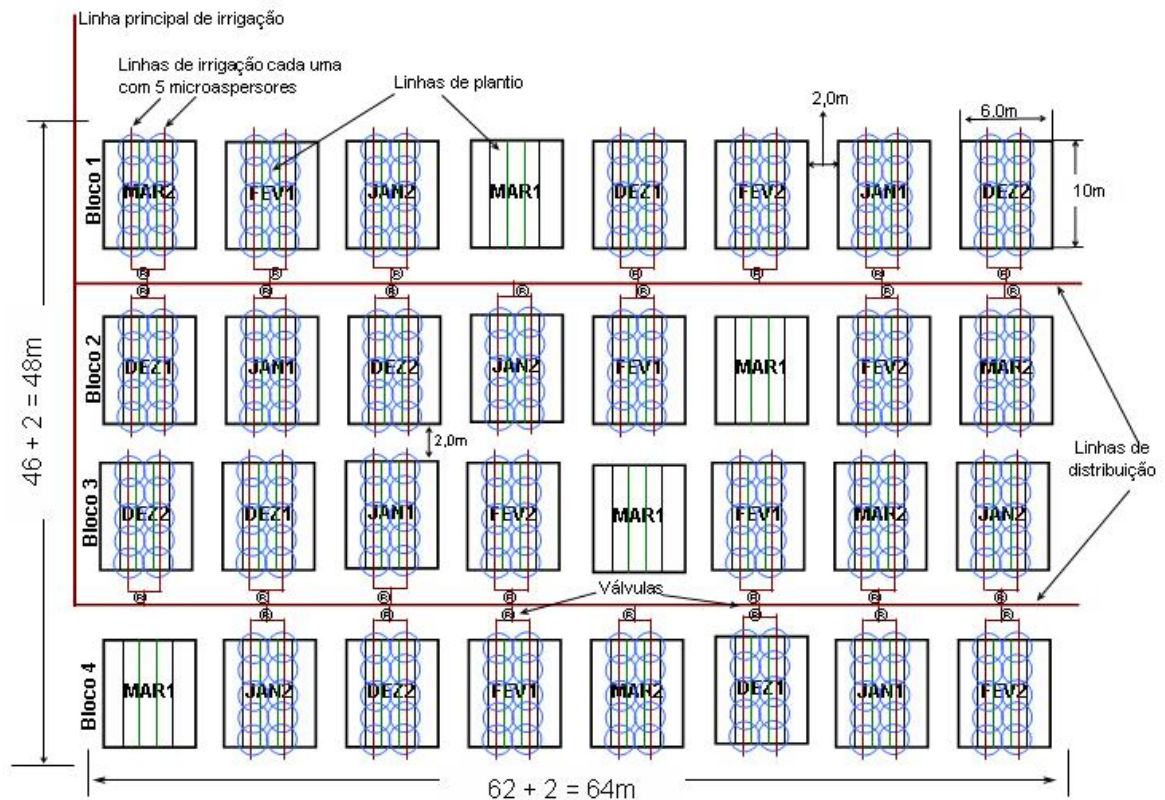
Tratamentos		
Identificação	Época de semeadura*	Época de irrigação
DEZ 1	Dezembro de 2003	Antes do período chuvoso
DEZ 2	Dezembro de 2003	Antes e depois do período chuvoso
JAN 1	Janeiro de 2004	Antes do período chuvoso
JAN 2	Janeiro de 2004	Antes e depois do período chuvoso
FEV 1	Fevereiro de 2004	Antes do período chuvoso
FEV 2	Fevereiro de 2004	Antes e depois do período chuvoso
MAR 1	Março de 2004	Sem irrigação
MAR 2	Março de 2004	No início do período de estiagem

\*A semeadura ocorreu no dia cinco de cada mês.

Apesar do estabelecimento destes tratamentos, cumpre esclarecer que em alguns casos a suplementação hídrica no início do ciclo não foi necessária, em virtude das chuvas abundantes, ocorridas especialmente, nos meses de janeiro e fevereiro.

Os tratamentos foram identificados utilizando-se as iniciais do mês correspondente à respectiva época de plantio, e os números **1** quando houve suplementação hídrica no início e **2** para os tratamentos com suplementação antes e após o término da estação chuvosa (Tabela 3). Exceção é feita aos tratamentos implantados em março, onde o número **1** foi utilizado para identificar o tratamento sem irrigação e o número **2** para o tratamento com irrigação depois do período chuvoso.

Nas Figuras 2 e 3 estão o esquema de instalação e distribuição dos tratamentos no campo e uma fotografia da área experimental na primeira época de plantio, respectivamente.



**Figura 2.** Distribuição dos tratamentos no campo experimental. Pentecoste – CE, 2004.



**Figura 3.** Vista geral da área experimental após a marcação das parcelas na primeira época de plantio. Pentecoste – CE. 2004.

### **2.3 Adubação utilizada**

De posse dos resultados da análise química do solo realizou-se à recomendação de adubação para a cultura da mamona, conforme Universidade Federal do Ceará (1993). A recomendação de adubação com os macronutrientes fósforo e potássio foi definida de acordo com os teores médios desses elementos presentes nas profundidades amostradas, para o nitrogênio a quantidade aplicada foi a estabelecida por UFC (1993), e os valores foram os seguintes: 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 30 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 10 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

A adubação foi realizada de modo convencional em covas, e por ocasião do plantio aplicou-se em fundação todo o fósforo e potássio recomendado, enquanto a aplicação do nitrogênio foi parcelada em três vezes, 1/3 em fundação, 1/3 aos 30 e 1/3 aos 60 dias após o plantio, em cobertura. Na Figura 4, pode-se observar um detalhe da adubação de cobertura com nitrogênio.





**Figura 4.** Adubação de cobertura da mamoneira aos 30 dias após o plantio. Pentecoste – CE, 2004.

#### 2.4 Manejo da irrigação

A aplicação da água foi feita pelo método de irrigação localizada utilizando-se um sistema de microaspersão e um turno de rega de dois dias. A lâmina de água fornecida a cultura  $L_i$ , foi calculada com base na evaporação do tanque classe “A”  $ECA$  medida em milímetros, no coeficiente de tanque  $K_p$ , no coeficiente de cultura  $K_c$  e no coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação  $CUD$ , a partir da expressão 1.

$$L_i = \frac{K_p \times k_c \times ECA}{CUD} \quad (1)$$

Durante o ciclo cultural foram utilizados diferentes coeficientes de cultivo ou de cultura, a saber: 0,90 para o período compreendido entre o plantio e o início da floração; 1,15 entre a floração e o início da maturação dos racemos, e 0,5 durante a colheita. O coeficiente de tanque utilizado foi de 0,75, conforme recomendação de Dorenbos e Pruitt (1997).

A determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação  $CUD$ , foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), segundo a qual se realiza a medição da vazão de quatro

emissores em quatro linhas laterais de irrigação distribuídas ao longo das unidades experimentais. Para a medição da vazão foram selecionadas a primeira linha lateral, e as linhas situadas a 1/3, 2/3 e a última linha em relação a linha de derivação. Dentro de cada linha lateral os quatro emissores foram selecionados utilizando-se o mesmo critério. De posse dos valores das vazões, medidos em cada emissor calculou-se o **CUD** do sistema de irrigação, que foi de 84,02%, utilizando-se a expressão 2.

$$CUD = \frac{\text{Média de } \frac{1}{4} \text{ das menores vazões}}{\text{Média de todas as vazões coletadas}} \quad (2)$$

O cabeçal de controle foi composto por uma eletrobomba com potência de 1,5 cv, de um filtro de disco e por um manômetro para verificação da pressão de funcionamento do sistema. A tubulação principal possuía diâmetro nominal de 50 mm, as linhas de distribuição de água, e as linhas laterais de irrigação eram de 50 mm e 16 mm, respectivamente. As linhas laterais tinham comprimento de 10,0 m e continham cinco microaspersores equidistantes em 2,0 m. Nas unidades experimentais foram instaladas duas linhas laterais de irrigação responsáveis pela irrigação de quatro fileiras de plantas. A vazão média dos emissores foi de 52,51 L h<sup>-1</sup>, trabalhando a uma pressão de serviço de 17 mca.

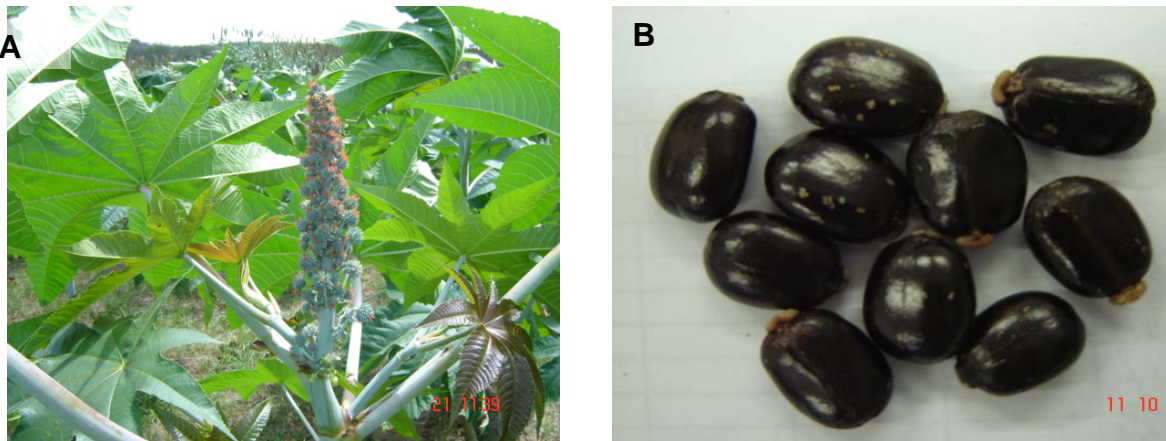
Cada parcela experimental possuía um registro para facilitar o controle da irrigação. O tempo de irrigação foi calculado com base na lâmina de água necessária, na área da parcela, no número de microaspersores por parcela e na vazão média dos emissores. A água utilizada na irrigação foi proveniente de um canal secundário da Fazenda Experimental que é abastecido pela água proveniente do açude General Sampaio.

A quantidade total de água fornecida à cultura variou com o tratamento, assim, os plantios efetuados em dezembro de 2003 e janeiro e fevereiro de 2004, foram irrigados desde a semeadura, que ocorreu no dia 05 de cada mês, até o estabelecimento da estação chuvosa. Nos plantios realizados em março as plantas não receberam irrigação no início do ciclo. O maior consumo hídrico ocorreu nos tratamentos DEZ2; JAN2; FEV2 e MAR2, onde as plantas também foram irrigadas a partir de julho de 2004 com o início do período seco, até 05 de dezembro de 2004,

com a maturação dos últimos racemos. O consumo hídrico e o período de irrigação de cada tratamento são apresentados na Tabela 4.

## 2.5 Semeadura e tratos culturais

A cultivar utilizada foi a “BRS 149 Nordestina”, a qual possui porte médio com aproximadamente 1,90 m de altura em regime de sequeiro, caule com coloração verde ceroso e nodoso, racemo de forma cônica e sementes de coloração preta, com peso médio de 0,68 g unidade<sup>-1</sup> (Figura 5). A floração ocorre em torno de 50 dias após a emergência das plântulas, e o ciclo é de 250 dias em média. O teor de óleo das sementes é de 49%. Produz, em média, 1.500 kg ha<sup>-1</sup>, em condições de sequeiro, e até 5.000 kg ha<sup>-1</sup>, em regime de irrigação. Tem em média, 5 a 7 racemos por planta, com tamanho em torno de 33 cm e média de 37 frutos (CARVALHO, 2005).



**Figura 5.** Cultivar “BRS 149 Nordestina” apresentando o racemo principal com formato cônico (A) e sementes de coloração preta (B). Pentecoste – CE, 2004.

As sementes utilizadas para a semeadura apresentaram 90% de germinação, conforme teste realizado antes do plantio, no Laboratório de Análise de Sementes do CCA/UFC, seguindo-se as recomendações prescritas nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992).

**Tabela 4.** Consumo hídrico mensal (mm) e período de irrigação da mamoneira, nos diferentes tratamentos. Pentecoste – CE, 2004.

Período	Precipitação Pluvial (mm)	Irrigação (mm)							
		Dez1	Dez2	Jan1	Jan2	Fev1	Fev2	Mar1	Mar2
05.12 - 04.01	-	146,06	146,06						
05.01 - 04.02	275,2	-	-	12,15	12,15				
05.02 - 04.03	276,1	-	-	-	-	12,15	12,15		
05.03 - 04.04	182,6	-	-	-	-	-	-	-	-
05.04 - 04.05	59,4	-	-	-	-	-	-	-	-
05.05 - 04.06	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-
05.06 - 04.07	82,0	-	-	-	-	-	-	-	-
05.07 - 04.08	43,4	-	50,23	-	50,23	-	50,23	-	50,23
05.08 - 04.09	-	-	144,76	-	144,76	-	144,76	-	144,76
05.09 - 04.10	-	-	181,28	-	181,28	-	181,28	-	181,28
05.10 - 04.11	-	-	162,27	-	162,27	-	162,27	-	162,27
05.11 - 04.12	2,5	-	184,38	-	184,38	-	184,38	-	184,38
<b>Total</b>	<b>927,4</b>	<b>146,06</b>	<b>868,98</b>	<b>12,15</b>	<b>735,07</b>	<b>12,15</b>	<b>735,07</b>	<b>-</b>	<b>722,92</b>

Tabela 4. (Continuação).

Período	Total (Precipitação pluvial + Irrigação)							
	Dez1	Dez2	Jan1	Jan2	Fev1	Fev2	Mar1	Mar2
05.12 - 04.01	146,06	146,06						
05.01 - 04.02	275,2	275,2	287,35	287,35				
05.02 - 04.03	276,1	276,1	276,1	276,1	288,25	288,25		
05.03 - 04.04	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6
05.04 - 04.05	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4
05.05 - 04.06	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
05.06 - 04.07	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0
05.07 - 04.08	43,4	93,63	43,4	93,63	43,4	93,63	43,4	93,63
05.08 - 04.09	-	144,76	-	144,76	-	144,76	-	144,76
05.09 - 04.10	-	181,28	-	181,28	-	181,28	-	181,28
05.10 - 04.11	-	162,27	-	162,27	-	162,27	-	162,27
05.11 - 04.12	2,5	186,88	2,5	186,88	2,5	186,88	2,5	186,88
<b>Total</b>	<b>1.073,46</b>	<b>1.796,38</b>	<b>939,55</b>	<b>1.662,47</b>	<b>664,35</b>	<b>1.387,27</b>	<b>376,1</b>	<b>1.099,02</b>

O solo foi preparado convencionalmente cerca de 20 dias antes do plantio com uma aração profunda e uma gradagem niveladora. O plantio foi feito semeando-se de três a quatro sementes por cova no espaçamento de 1,5 m x 1,0 m, na época pré-estabelecida para cada tratamento. Aos 20 dias após a germinação procedeu-se ao desbaste cortando-se as plantas rente ao solo, permanecendo apenas uma planta por cova, resultando numa população de 6.666 plantas por hectare. Cada parcela possuía quatro fileiras de plantas com 10 plantas por fileira.

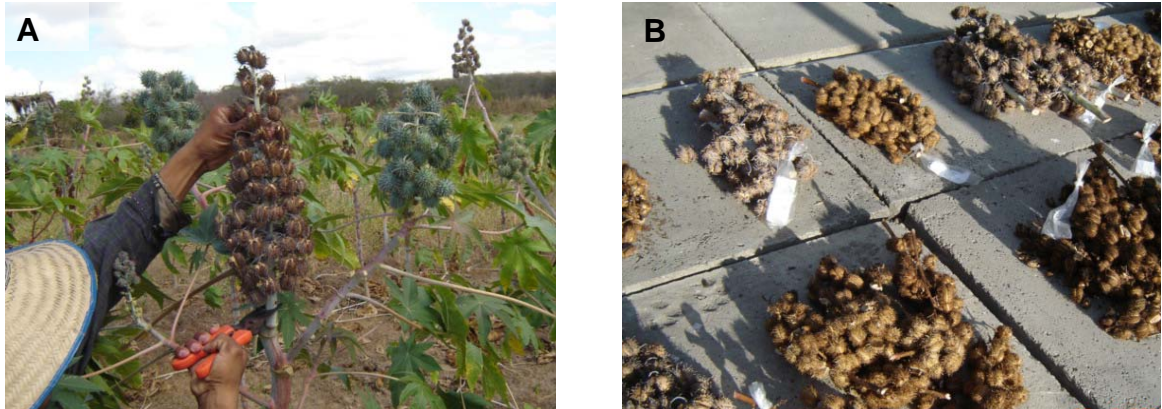
A área útil das parcelas de 3 m x 8 m (24 m<sup>2</sup>) onde foram coletados os dados foi estabelecida a partir da seleção das duas fileiras centrais e do descarte das plantas existentes nas duas primeiras covas das extremidades de cada fileira. Assim procedendo, a coleta dos dados foi feita em 16 plantas por parcela e 64 plantas por tratamento.

Não houve necessidade de controle fitossanitário durante a condução do experimento. Sempre que necessário realizou-se o controle das plantas daninhas através de capinas manuais com enxadas, mantendo-se a cultura livre de competição com plantas daninhas, especialmente, nos primeiros 60 dias após o plantio.

## **2.6 Colheita e beneficiamento**

Foram feitas várias colheitas ao longo do ciclo da cultura utilizando-se um alicate de poda e sacos de papel. Os racemos foram colhidos quando 2/3 dos frutos estavam maduros, em seguida foram identificados, separados por tratamento, repetição e ordem, e colocados para completar a secagem em casa de vegetação por um período de até 20 dias (Figura 6).

Depois da secagem os racemos foram contados e pesados separadamente para cada tratamento, repetição e ordem. O beneficiamento dos frutos foi feito de forma manual após serem separados da raque.



**Figura 6.** Colheita (A) e secagem (B) dos racemos. Pentecoste – CE, 2004.

## 2.7 Características avaliadas

### 2.7.1 Número de racemos por planta

Determinou-se o número médio de racemos por planta mediante a divisão do número total de racemos colhidos em cada parcela pela quantidade de plantas úteis.

### 2.7.2 Massa dos racemos

A massa do racemo em gramas foi obtida pelo quociente entre a massa total dos racemos de cada parcela e o número de racemos produzidos. Antes da pesagem os racemos foram postos para completar a secagem ao sol em casa de vegetação por um período de até 20 dias (Figura 6B), a fim de que a umidade remanescente após a colheita não interferisse na mensuração desta característica.

### 2.7.3 Produção de grãos por planta

Determinada pela relação entre a produtividade total de grãos da parcela em quilogramas e o número de plantas úteis.

#### 2.7.4 Comprimento do racemo e número de frutos por racemo

Para determinação do comprimento efetivo do racemo, considerou-se apenas aqueles de até terceira ordem em cada tratamento, as medições foram tomadas na região da raque provida de frutos (Figura 7), utilizando-se para tanto uma régua graduada em centímetros. Na obtenção do número de frutos por racemos foram considerados aqueles de até terceira ordem, dividindo-se o número total de frutos pela quantidade de racemos produzidos.

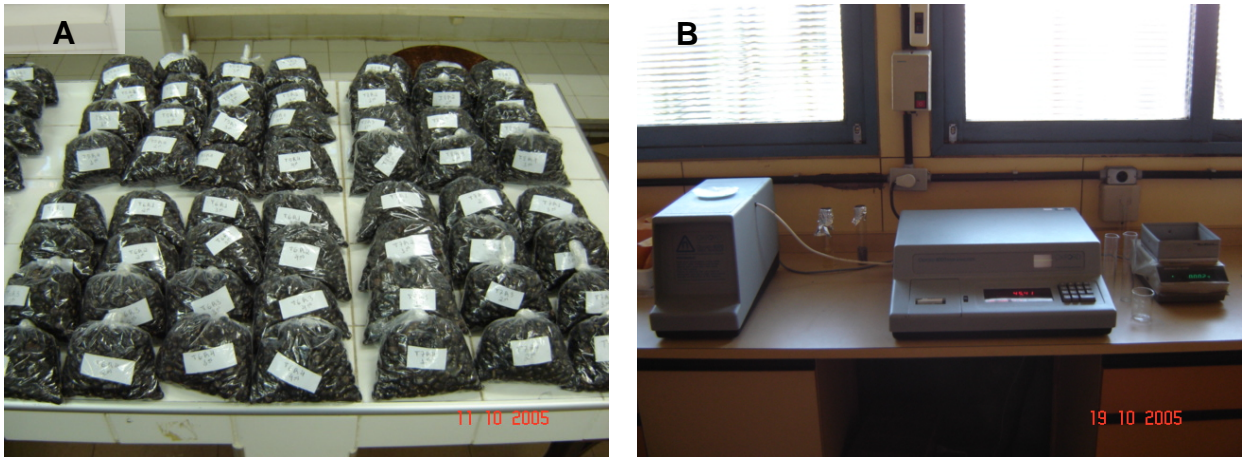


**Figura 7.** Racemo da mamoneira “BRS 149 Nordestina”. O local de medição do comprimento é indicado com o detalhe em vermelho. Pentecoste – CE, 2004.

#### 2.7.5 Teor de óleo e massa de mil sementes

Após beneficiamento e pesagem, foram tomadas amostras de sementes segundo o tratamento e a categoria do racemo, as quais foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos (Figura 8A), para em seguida serem encaminhadas ao Laboratório da Embrapa Algodão em Campina Grande – PB, onde se determinou o teor de óleo nas sementes com umidade corrigida para 10%, por Ressonância Magnética Nuclear **RMN** (Figura 8B) de acordo com a metodologia descrita em Oxford Instruments (1995). A massa de mil sementes foi determinada de acordo com as Regras para Análise de Sementes- RAS (BRASIL, 1992), utilizando-se uma balança com precisão de três casas decimais (Figura 9).





**Figura 8.** Amostras de sementes identificadas para determinação do teor de óleo (A). Aparelho de Ressonância Magnética Nuclear **RMN** utilizado para determinar o teor de óleo nas sementes (B). Pentecoste – CE, 2004.



**Figura 9.** Determinação da massa de mil sementes da mamoneira cv. “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste – CE, 2004.

## 2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Bartlett para verificação da homogeneidade das variâncias e em seguida procedeu-se à análise da variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade. Quando verificado

efeito significativo na análise da variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional para análises estatísticas Saeg v. 5.0 da Fundação Arthur Bernardes da Universidade Federal de Viçosa (1993).

Os dados de massa de sementes e teor de óleo foram analisados seguindo o esquema fatorial, tratamentos x ordem do racemo, e quando houve efeito significativo da interação ou dos efeitos principais, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Com o intuito de se determinar o grau de relação dos componentes de produção da mamoneira, calculou-se o coeficiente de correlação das variáveis dependentes, verificando-se em seguida a significância de tais coeficientes através do teste t, em nível de 1% e 5% de probabilidade, com o auxílio do programa para análises estatísticas Saeg v. 5.0 UFV (1993).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Número e massa dos racemos e produção de grãos por planta

Pelos quadrados médios de tratamentos verificou-se efeito significativo do manejo aplicado à mamoneira sobre o número médio de racemos por planta ( $p \leq 0,01$ ), massa do racemo ( $p \leq 0,05$ ) e produção de grãos por planta ( $p \leq 0,01$ ) pelo teste F (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo das análises das variâncias para os dados de número médio de racemos por planta, massa do racemo e produção de grãos por planta. Pentecoste - CE, 2004.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Nº de racemos por planta	Massa do racemo	Produção de grãos por planta
Tratamentos	7	47,15 **	304,39 *	53830,03 **
Bloco	3	1,84 ns	124,76 ns	5777,110 ns
<i>Resíduo</i>	<i>21</i>	<i>9,59</i>	<i>48,10</i>	<i>6502,77</i>
Total	31	-	-	-
CV (%)	-	24,31	7,88	19,86

(\*\*), (\*), (ns) significativos a 1%, 5% e não significativo respectivamente, pelo teste F.

O maior número de racemos por planta foi verificado no plantio de janeiro com irrigação suplementar ao final da estação chuvosa (JAN2), com valor médio de 18,74 racemos por planta, seguido dos plantios de janeiro sem irrigação suplementar (JAN1), e das semeaduras de dezembro de 2003 (DEZ2 e DEZ1) e fevereiro de 2004 (FEV2) que não diferiram estaticamente entre si (Tabela 6). Foram nestes tratamentos onde se obtiveram as maiores produtividades de grãos, revelando a importância do número de racemos por planta na produtividade da cultura. Tais resultados corroboram com informações de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao verificarem aumento no rendimento da mamoneira devido ao efeito benéfico da irrigação sobre o número de racemos. O menor número de racemos por planta (7,55) foi obtido no plantio de março sem irrigação (MAR1). Contudo, este

valor diferiu estatisticamente apenas daquele obtido com a antecipação do plantio para janeiro com irrigação suplementar, tratamento JAN2 (Tabela 6). Estes resultados estão condizentes com informações de Hikwa e Mugwira (1997) ao verificarem que a data de plantio afeta o número de racemos por planta. Kittock e Williams (1968) também encontraram redução no número de racemos com o retardamento da semeadura.

**Tabela 6.** Médias do número de racemos por planta (NRP), massa do racemo (g), e produção de grãos por planta (PGP) em gramas, nos diferentes tratamentos. Pentecoste - CE, 2004.

Tratamentos	NRP (unid)	Massa do racemo (g) *	PGP (g)
DEZ1	11,46 ab	80,69 bc	389,77 bc
DEZ2	13,95 ab	87,95 abc	395,05 bc
JAN1	14,24 ab	97,10 a	506,56 ab
JAN2	18,74 a	96,12 ab	637,75 a
FEV1	10,12 b	88,38 abc	343,46 bc
FEV2	12,00 ab	91,87 abc	379,32 bc
MAR1	7,55 b	79,26 c	266,04 c
MAR2	9,74 b	82,04 abc	329,94 bc
Dms	7,34	16,38	191,28

Médias seguidas de letras iguais nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* Média de quatro repetições e dos racemos até a terceira ordem.

Vale ressaltar que no caso do Nordeste brasileiro, a irrigação tem grande importância para a mamoneira, pois, o surgimento de cachos novos é paralisado com a seca (BELTRÃO et al., 2003). Assim, em regime de irrigação como no tratamento (JAN2) a cultura encontra plenas condições para produzir mais racemos, especialmente, por se tratar de uma planta de crescimento indeterminado que ao receber suprimento adequado de água e nutrientes expressa melhor o seu potencial produtivo.

No caso da mamoneira, tal fato é verificado pela emissão de um maior número de ramificações laterais que são encerradas por um racemo conforme salienta Ferreira et al. (2006). Entretanto, segundo Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (1999) ramos laterais em excesso é uma característica indesejável em

cultivos onde a colheita é feita de forma mecanizada por não haver uniformidade na maturação dos racemos.

De um modo geral o número médio de racemos por planta obtido no presente estudo foi superior aos apresentados para a cultivar “BRS 149 Nordestina” que em condições de sequeiro, produz em média 5,2 racemos (EMBRAPA ALGODÃO, 2002). Em todos os tratamentos o número de racemos é considerado alto, segundo classificação proposta por Savy Filho et al. (1999).

Em média, os racemos mais pesados foram obtidos nos plantios de janeiro (JAN1 e JAN2) com 97,10 g e 96,12 g por racemo respectivamente, não havendo diferença estatística entre as médias destes tratamentos. Todavia, os valores obtidos com a semeadura de janeiro associada à irrigação apenas no início do ciclo da cultura, diferiu estatisticamente dos verificados no plantio de dezembro, cujo peso do racemo foi de 80,69 g em DEZ1 e de março sem irrigação que apresentou o menor peso de racemo 79,26 g no tratamento MAR1. Este último valor também foi inferior estatisticamente ao verificado no tratamento JAN2, mas não diferiu da médias dos demais tratamentos (Tabela 6).

É provável que o retardamento da semeadura para o mês de março em condições de sequeiro tenha afetado negativamente a massa dos racemos, o que corrobora com informações de Vijaya Kumar et al. (1997) ao relatarem que o atraso do plantio em três semanas foi desfavorável aos componentes de produção da mamoneira.

Pelo menos duas hipóteses podem ser levantadas para explicar a maior massa de racemos obtida com as semeaduras de janeiro. A primeira delas é que com a antecipação do plantio as plantas produziram racemos maiores e com maior número de frutos, a segunda é que a massa das sementes destes racemos pode ter sido superior a obtida nas demais épocas de plantio. Também é provável que estes fatores tenham atuado conjuntamente favorecendo um maior peso do racemo e por conseguinte maior produtividade de grãos para o plantio precoce de janeiro. A este respeito Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) apesar de não fazerem referência ao peso do racemo, verificaram que o aumento na produtividade da mamoneira irrigada está associado com o aumento no número de racemos e de cápsulas por planta, mas não com a massa de sementes.

Estes resultados, são coerentes com o melhor desempenho da mamoneira quanto à produção de grãos por planta nas semeaduras de janeiro,

como será discutido posteriormente, indicando que tanto o número como a massa dos racemos são importantes componentes de produção.

Quanto à produção de grãos por planta, o plantio de janeiro com irrigação suplementar ao final da estação chuvosa (JAN2) propiciou os melhores resultados com 637,75 g por planta, e não diferiu estatisticamente apenas do plantio de janeiro sem irrigação ao término do período chuvoso (JAN1). Podendo-se inferir que a antecipação do plantio de março para janeiro, utilizando-se a irrigação suplementar quando necessária, confere alta produção de grãos por planta. Prova disso, é o menor rendimento verificado com a semeadura tardia realizada em março sob condições de sequeiro (MAR1), com valores inferiores à metade dos obtidos no melhor tratamento (Tabela 6).

Os maiores valores observados com a antecipação do plantio para janeiro, também devem estar associados ao maior ciclo da cultura, que favoreceu o surgimento de racemos de até quarta ordem. Além disso, o maior número e massa dos racemos obtidos nesta época de semeadura contribuíram sobremaneira com a maior produção de grãos por planta. Estes resultados são condizentes com informações de Távora e Barbosa Filho (1994) ao constatarem que a antecipação do plantio de fevereiro para dezembro, e a irrigação suplementar propiciou aumentos significativos na produtividade da mandioca, outra Euforbiácea de crescimento indeterminado, devido ao alongamento do ciclo da cultura. Todavia, Vijaya Kumar et al. (1997) salientam que a antecipação do plantio da mamoneira é por vezes, impedida pela falta de umidade adequada no solo e apenas em condições irrigadas, tal prática é possível e eficiente no aumento da produtividade. Não houve diferença estatística entre os plantios feitos em dezembro de 2003, e em fevereiro e março de 2004.

### **3.2 Comprimento do racemo e número de frutos por racemo**

Pelo resumo das análises das variâncias para os dados do comprimento médio do racemo e do número médio de frutos por racemo, constatou-se efeito significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F, revelando que as épocas de plantios e a irrigação influenciaram estes componentes de produção da mamoneira (Tabela 7).

**Tabela 7.** Resumo das análises das variâncias para os dados de comprimento médio do racemo e número médio de frutos por racemo. Pentecoste - CE, 2004.

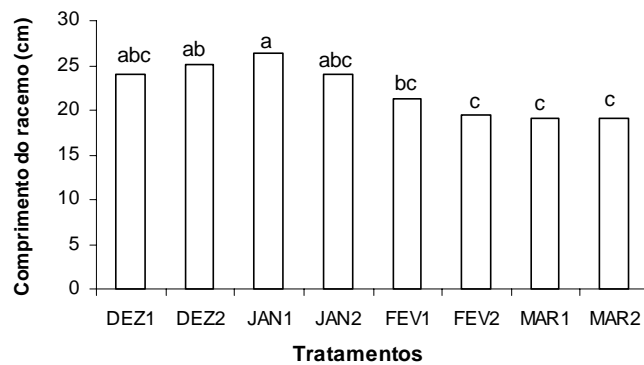
Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Comprimento do racemo	Número de frutos
Tratamentos	7	33,77 **	27,59 **
Bloco	3	2,068 ns	16,13 ns
<i>Resíduo</i>	21	4,384	7,427
Total	31	-	-
CV (%)	-	9,39	10,09

(\*\*) significativo a 1% de probabilidade, (ns) não significativo pelo teste F.

Com relação ao comprimento dos racemos, os maiores valores com média de 26,35 cm foram verificados com a antecipação da semeadura para janeiro com irrigação apenas no início do ciclo da cultura (JAN1), cujo valor foi superior estatisticamente àqueles obtidos nas semeaduras de fevereiro e março, mas não diferiu dos valores médios alcançados com as semeaduras de janeiro com irrigação antes e após o período chuvoso no tratamento JAN2, e tampouco com os de dezembro de 2003 (DEZ1 e DEZ2).

Por outro lado, os menores racemos foram observados com o plantio de março sem irrigação suplementar (MAR1), onde o comprimento médio foi de 19,04 cm. Contudo, este valor foi inferior estatisticamente apenas aos registrados nos plantios precoces de janeiro e dezembro, sem e com irrigação suplementar ao término do período chuvoso, (JAN1 e DEZ2) respectivamente (Figura 10).

O menor comprimento do racemo verificado na semeadura de março sem irrigação (MAR1) deve estar associado com a menor massa do racemo registrada neste mesmo tratamento. Além disso, o retardamento do plantio também pode ter prejudicado este componente de produção, confirmando informações de Rêgo Filho et al. (2006) ao observarem que o comprimento do racemo da cultivar “BRS 149 Nordestina” reduziu de 27 para 22 cm com a mudança da época de plantio de março para abril.



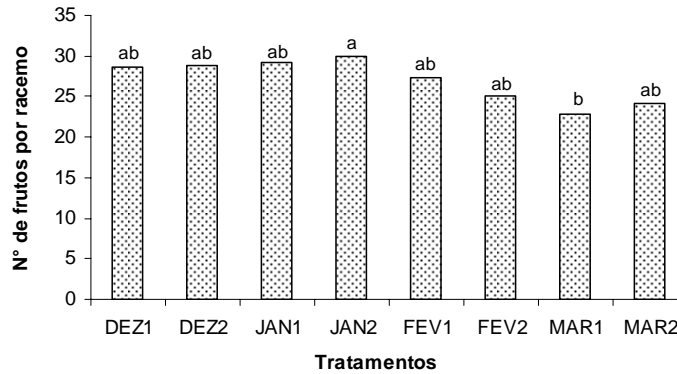
**Figura 10.** Comprimento médio do racemo nos diferentes tratamentos estudados. As médias seguidas de letras diferentes (dms= 4,96 cm) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 5%. Pentecoste – CE, 2004.

É importante citar que o maior comprimento de racemo verificado no presente estudo que foi de 26,35 cm (Figura 10) é inferior aos valores informados por Embrapa Algodão (2002) que é de 31 cm para a cultivar “BRS 149 Nordestina”, e por Carvalho (2005) que é de 33 cm. Os autores citados não informam de quais ordens de racemos foram obtidas tais médias, o que pode justificar, parcialmente, estas diferenças. Uma vez que as condições ambientais e as ordens de racemos consideradas na obtenção do comprimento médio, têm grande importância na determinação desta característica. No presente estudo considerou-se apenas o comprimento efetivo, ou seja, a região da raque provida de frutos dos racemos de até terceira ordem.

Quanto ao número de frutos por racemo, foi observado que a antecipação do plantio pouco influenciou este componente de produção. O maior número foi observado na semeadura de janeiro com irrigação antes e após a estação chuvosa (JAN2) com média de 29,92 frutos por racemo, sendo superior estatisticamente apenas aos valores observados no plantio de sequeiro (MAR1) cujo número médio de frutos por racemo foi de 22,84 (Figura 11). A inferioridade estatística da média deste tratamento deve-se, certamente, as condições de menor disponibilidade hídrica que as plantas foram submetidas, as quais podem ter afetado o número de flores femininas e conseqüentemente o de frutos, como reportado por Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (1999). Também é provável que a época de plantio tenha



influenciado o número de frutos por racemo conforme verificado por Rêgo Filho et al. (2006) para a cultivar “BRS 149 Nordestina”.



**Figura 11.** Número médio de frutos por racemo da cultivar de mamona “BRS 149 Nordestina” nos diferentes tratamentos. As médias seguidas por letras diferentes (dms= 6,46), diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Pentecoste – CE, 2004.

Os racemos com menor número de frutos, mais leves e com menor comprimento, bem como, a menor produção de grãos por planta foram registrados na semeadura de março sem irrigação suplementar no tratamento MAR1, levando-se a crer que os componentes de produção da mamoneira são bons indicadores da produtividade total da cultura, e que possivelmente mantêm relação entre si, como ressaltado por Lima e Santos (1998) ao constatarem que o rendimento da mamoneira foi positivamente correlacionado com o número de frutos por racemo.

De um modo geral, o número médio de 27 frutos por racemo considerando-se as três primeiras ordens, é inferior aos informados por Embrapa Algodão (2002) e Carvalho (2005) que relataram valores de 35 e 37 frutos por racemo respectivamente, para a cultivar “BRS 149 Nordestina”, tendo sido registrados valores de até 64 frutos como verificado por Drumond et al. (2006) que considerou apenas o racemo principal. Tais variações devem-se certamente as condições edafoclimáticas ao manejo cultural aplicado, bem como ao número de ordens de racemo considerada em cada estudo, para o cálculo da característica em questão, conforme salienta Oplinger et al. (1997).

### 3.3 Teor de óleo e massa de mil sementes

A massa e o teor de óleo das sementes da mamoneira, foram analisadas segundo a categoria do racemo e os manejos culturais utilizados. Pela análise da variância verificou-se que os manejos culturais, bem como a interação entre manejos e ordem de racemo não influenciaram significativamente o teor de óleo na semente. Contudo, tal característica variou com a ordem do racemo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Já para a massa de mil sementes foi verificada variação estatística no nível de 5% de probabilidade para a interação, manejo x ordem de racemo indicando dependência entre estes fatores (Tabela 8).

**Tabela 8.** Resumo das análises das variâncias para os dados de teor de óleo e massa de mil sementes da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste, CE, 2004.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio	
		Teor de óleo	Massa de sementes
Manejos de plantio (M)	7	3,997 ns	3826,50**
Ordem de racemo (O)	2	37,090 **	39265,51**
Interação M x O	14	2,154 ns	2013,48 *
Bloco	3	2,478 ns	1083,55 ns
<i>Resíduo</i>	<i>69</i>	<i>2,596</i>	<i>1097,81</i>
Total	95	-	-
CV (%)	-	3,48	5,22

(\*\*), (\*), (ns), significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo teste F.

A comparação das médias dos teores de óleo para o efeito ordem de racemo pode ser observada na Tabela 9. O maior teor de óleo foi verificado nas sementes dos racemos secundários e terciários, que foi superior, estatisticamente, ao teor dos racemos primários. O que confirma informações de Lins, Távora e Alves (1976) ao verificarem que as sementes dos racemos primários possuem conteúdo de óleo inferior as dos secundários e terciários. Távora et al. (1974) também verificaram que os racemos secundários e terciários apresentam maior teor de óleo do que aquelas provenientes de racemos primários.

É possível que as condições ambientais predominantes na formação dos frutos de cada ordem de racemo tenham contribuído com estes resultados, uma vez que, Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) salientam que as condições ambientais interferem decisivamente no teor de óleo da semente, especialmente temperatura e disponibilidade de umidade. Apesar disso os manejos utilizados com antecipação de plantio e uso de irrigação suplementar não interferiram significativamente no teor de óleo das sementes.

O conteúdo médio de óleo nas sementes independente dos tratamentos e da ordem do racemo foi de 46,20%, tal valor é inferior ao apresentado por Embrapa Algodão (2002) para a cultivar “BRS 149 Nordestina” que é de 48,90%.

**Tabela 9.** Teor de óleo na semente da mamoneira cultivar “BRS 149 Nordestina” com umidade corrigida para 10%, em função do manejo cultural e ordem do racemo. Pentecoste - CE, 2004.

Tratamentos	Teor de óleo (%) *		
	-----Ordem do racemo-----		
	Primários	Secundários	Terciários
DEZ1	45,94	45,42	45,85
DEZ2	43,41	46,44	47,56
JAN1	44,62	46,75	47,03
JAN2	44,56	47,28	46,70
FEV1	44,81	46,83	46,78
FEV2	45,16	45,93	47,61
MAR1	44,75	46,35	46,33
MAR2	46,61	47,58	48,44
<b>Médias</b>	<b>44,92 b</b>	<b>46,57 a</b>	<b>47,04 a</b>
Dms		1,04	

Médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* Análises realizadas na Embrapa Algodão em Campina Grande – PB.

Os valores médios da massa de mil sementes podem ser observados na Tabela 10. Considerando os manejos dentro de cada ordem de racemo, verificou-se que os racemos primários tiveram a menor massa em mil sementes nos manejos de plantio de dezembro (DEZ1= 543,07 g e DEZ2= 544,54 g). Já para os racemos secundários e terciários, os manejos aplicados não promoveram alterações

significativas no peso das sementes (Tabela 10). Estes resultados são divergentes dos obtidos por Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) quando constataram que a irrigação e a época de plantio afetaram a massa de mil sementes da mamoneira.

Com relação às ordens de racemo dentro de cada manejo, observou-se que as médias dos racemos secundários e terciários não diferiram estatisticamente entre si, mas superaram a massa de sementes dos racemos primários nos manejos DEZ1, DEZ2 e JAN2. As massas de sementes dos racemos primários nos tratamentos FEV1 e MAR1, também foram estatisticamente inferiores àquelas obtidas nos racemos secundários desses mesmos tratamentos (Tabela 10).

As condições ambientais predominantes no período de frutificação, bem como características da própria planta, podem ser as causas mais prováveis para a menor massa de sementes dos racemos primários, confirmando informações de Lins, Távora e Alves (1976) que também observaram menor massa de sementes nos racemos primários das cultivares “Paraibana” e “Sipeal-1”.

**Tabela 10.** Massa de sementes de mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina por manejo cultural e ordem de racemo. Pentecoste, CE, 2004.

Tratamentos	Massa de sementes (g)		
	Primários	Secundários	Terciários
DEZ1	543,07 Bb	634,10 Aa	667,66 Aa
DEZ2	544,54 Bb	641,78 Aa	635,28 Aa
JAN1	633,90 Aa	667,84 Aa	668,49 Aa
JAN2	570,27 ABb	649,05 Aa	657,24 Aa
FEV1	593,10 ABb	666,55 Aa	631,71 Aab
FEV2	622,12 Aa	639,57 Aa	649,28 Aa
MAR1	624,31 Ab	685,21 Aa	632,76 Aab
MAR2	618,26 Aa	670,49 Aa	670,13 Aa
Dms Linha		55,99	
Dms Coluna		72,89	

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.4 Estudo de correlações

Pela matriz de correlação dos componentes de produção da mamoneira (Tabela 11), verificou-se correlação positiva e significativa entre as seguintes características: massa do racemo (MRAC) e número de frutos por racemo (NFR); comprimento do racemo (CRAC) e produção de grãos por planta (PPL); comprimento do racemo (CRAC) e número de racemos por planta (NRA), e para os componentes de produção número de racemos por planta e produção de grãos por planta ( $r= 0,88^{**}$ ) revelando estreita relação entre estas características. Lima e Santos (1998) também verificaram correlação entre o número de racemos por planta e o rendimento da mamoneira. Segundo estes autores, na seleção de novos genótipos de mamoneira, deve-se considerar o número de racemos por planta, como uma característica importante na busca por materiais com elevado potencial produtivo.

**Tabela 11.** Coeficientes de correlação entre algumas características agrônômicas da mamoneira. Pentecoste – CE, 2004.

Característica	MRAC	CRAC	NFR	NRA	PPL	MMS	OIL
OIL	0,09ns	-0,22ns	0,10ns	-0,13ns	-0,02ns	0,34ns	1,00
MMS	0,26ns	-0,30ns	0,13ns	-0,24ns	-0,12ns	1,00	
PPL	0,17ns	0,63**	0,06ns	0,88**	1,00		
NRA	-0,28ns	0,58**	-0,33ns	1,00			
NFR	0,88**	0,10ns	1,00				
CRAC	0,09ns	1,00					
MRAC	1,00						

\*\*; ns, significativo ( $p \leq 0,01$ ) e não significativo, respectivamente, pelo Teste t. MRAC, massa do racemo; CRAC, comprimento do racemo; NFR, número de frutos por racemo; NRA, número de racemos; PPL, produção de grãos por planta; MMS, massa de mil sementes; OIL, teor de óleo da semente.

A existência de correlação positiva e significativa entre a massa do racemo e o número de frutos por racemo, pode indicar que o comprimento do racemo tem pouca influência sobre a massa do racemo e que o número de frutos é determinante na obtenção de racemos mais pesados.

Lins, Távora e Alves (1976) constataram correlações positivas e significativas entre a massa de sementes e o teor de óleo das cultivares de mamona Paraibana e Sipeal 1. Todavia, no presente estudo, não se verificou correlação entre os pares de dados teor de óleo e massa de mil sementes (Tabela 11).

## 4 CONCLUSÕES

A antecipação do plantio com o auxílio da irrigação tem efeito benéfico na produção de grãos por planta, no número de racemos por planta e no número de frutos por racemo;

A massa, comprimento e o número de frutos por racemo diminuem com o atraso da semeadura quando a mamoneira é cultivada em regime de sequeiro;

Os racemos secundários e terciários possuem maior teor de óleo e massa de sementes do que as sementes oriundas de racemos primários;

O manejo da época de semeadura e a irrigação não influenciam a massa das sementes dos racemos secundários e terciários da mamoneira da cv. "BRS 149 Nordestina";

A produção de grãos por planta é positivamente correlacionada com o número de racemos por planta;

A massa do racemo e o número de frutos por racemo são características altamente correlacionadas.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. Z.; SANTOS, J. W.; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de; QUEIROZ, U. C. de. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 659-664. jan-abr., 2003.

BELTRÃO, N. E. de M.; CARTAXO, W. V.; PEREIRA, S. R. de P; SOARES, J. J.; SILVA, O. R. R. F. **O cultivo sustentável da mamona no semi-árido brasileiro** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 22p. (Comunicado Técnico, 84).

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: 1992, 356p.

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).

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

DORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204 p. (Estudos FAO irrigação e drenagem, 24. Roma, 1977).

DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; MILANI, M.; MORGADO, L. B.; SOARES, J. M. Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em Petrolina-PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

EMBRAPA ALGODÃO. **BRS – 149 Nordestina**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 1 folder.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Sistema de Produção de Informação - SPI, 1999. 412p.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio e Janeiro: Atual, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).



FEREIRA, G. B.; G. B.; MENDONZA, R. V.; SILVA, S. P.; CRONEMBOLD, P.; MOURÃO JUNIOR, M. Variação do crescimento vegetativo e produtivo de alguns genótipos de mamona em diferentes populações de cultivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 13, p. 295-336.

HIKWA, D.; MUGWIRA, L. M. Response of castor cultivar "Hake" to rate and method of nitrogen fertilizer application in different environments of Zimbabwe. **African Crop Science Journal**, v. 5, n. 2, p. 175-188, mar. 1997. Disponível em: <<http://biolineinternational>>. Acesso em: 25 de jan. 2006.

HOLANDA, A. **Biodiesel: Combustível para cidadania**. Brasília: Plenarium, 2006. 30p. (Série Ação Parlamentar, 326).

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. California: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133p.

KITTOCK, D. L.; WILLIAMS, J. H. Influence of planting date on certain morphological characteristics of castor beans. **Agro. Journal**, Oxford, v. 60, p. 401-403, jul-aug. de 1968.

KITTOCK, D. L.; WILLIAMS, J. H.; HANWAY, D. G. Castorbean yield and quality as influenced by irrigation schedules and fertilization rates. **Agro. Journal**, Oxford, v. 59, p. 463-467, sep-oct. de 1967.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European journal of agronomy**, Amsterdam, v. 11, p. 227-237, 1999. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/eja>>. Acesso em: 21 de Jan. 2006.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. **J. Agro. & Crop Science**, Berlin, p. 33-41, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 21 de jan. 2006.

LIMA, E. F.; SANTOS J. W. dos. Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre características agronômicas da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 147-150. maio-ago., 1998.

LINS, E. de C.; TAVORA, F. J. A. F.; ALVES, J. F. Efeito da ordem do racemo nas características de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 6, n. 1/2, p. 91-98. 1976.

OPLINGER, E. S.; OELKE, E. A.; KAMINSKI, A R.; COMBS, S. M.; DOLI, J. D; SCHULER, R. T. *Ricinus communis* L. **Field crops manual**, Purdue, 1997.  
Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/castor.html>>. Acesso em: 12 de mar. 2006.

OXFORD INSTRUMENTS. **Instruction manual**. Oxford, 1995. 21p.

RÊGO FILHO, L. de M.; ANDRADE, W, E. D.; OLIVEIRA, L. A. A.; LOPES, G. E. M.; FERREIRA, J. M.; SANTOS, Z. M. Avaliação de genótipos de mamona em Campos dos Goytacazes, região norte fluminense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

SAVY FILHO, A; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. de A.; CHIAVEGATO, E. J.; CAMARGO, C. E. de O.; CAMPO-DALL'ORTO F. A.; GODOY, I. J. de; FAZUOLI, L. C.; CARBONEL, S. A. M.; SIQUEIRA, W. J. **Descritores mínimos para o registro institucional de cultivares: Mamona**. Campinas: IAC, 1999. 7p. (Documentos IAC, 61).

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

TÁVORA, F. J. A. F.; ALVES, F. J.; QUEIROZ, G. M. de; PINHO, J. L. N. de. Estudo da densidade de plantio em mamona anã *Ricinus communis* L. **Rev. Ciên. Agron.** Fortaleza, v. 4, n. 1/2, p. 89- 93, dez., 1974.

TÁVORA, F. J. A. F.; BARBOSA FILHO, M. Antecipação de plantio, com irrigação suplementar, no crescimento e produção da mandioca. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 29, n. 12, p.1915-1926, dez., 1994.

TOMÉ JÚNIOR., J. B. **Manual de interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará.** Fortaleza: UFC/CCA, 1993. 248p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema para análises estatísticas, SAEG V- 5.0.** Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, MG: UFV, 1993.

VIJAYA KUMAR, P.; RAMAKRISHNA, Y. S.; RAMANA RAO, B. V.; VICTOR, U. S.; SRIVASTAVA, N. N.; SUBBA RAO, A. V. M. Influence of moisture, thermal and photoperiodic regimes on the productivity of castor beans (*Ricinus communis* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, Hyderabad, v. 88, p. 279-289, 1997. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 23 de abr. 2006.

WEISS, E. A. **Oilseed Crops.** London: Longman, 1983. 660p.

## CAPÍTULO 3

### **Antecipação de plantio com irrigação suplementar na mamoneira. II – Efeito no crescimento e na produtividade**

#### **RESUMO**

A antecipação do plantio da mamoneira com o uso da irrigação suplementar em períodos de demandas atmosféricas elevadas são estratégias que podem favorecer o aumento da produtividade da cultura. Assim, realizou-se o presente estudo com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes épocas de semeadura e da irrigação suplementar por microaspersão no crescimento e na produtividade da mamoneira. O experimento foi implantado na Fazenda Experimental Vale do Curu, no município de Pentecoste - CE. A semeadura da cultivar “BRS 149 Nordestina” foi feita em covas no espaçamento de 1,5 m x 1,0 m. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram compostos por 4 épocas de plantio combinadas com diferentes manejos da irrigação. A antecipação da semeadura para janeiro com o uso da irrigação suplementar, conferiu as maiores produtividades de grãos e aumentou a altura das plantas. A suplementação hídrica é mais vantajosa no início do crescimento da cultura. O rendimento de óleo depende grandemente da produtividade de grãos, e existe correlação positiva e significativa entre estas duas características. A precocidade da cultura está intimamente relacionada com o número de internódios até a emissão do racemo primário, e plantas tardias possuem maior número de internódios. Os racemos secundários são os que mais contribuem com a produtividade total.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., época de plantio, suplementação hídrica.

## Early planting with supplemental irrigation in the castor bean. II – Effects on growth and productivity

### ABSTRACT

The early planting of castor bean associated with irrigation, especially under conditions of high vapor pressure deficit can further increase productivity. The purpose of this study was to investigate the effect of several different sowing times and supplemental irrigation on growth and yield of the castor bean. The experiment was carried out at the experimental farm of the Universidade Federal do Ceará, at Pentecoste, Ceará, Brazil. Standard cultural practices of soil preparation and fertilization were used. Seeds of castor bean cv. BRS 149 Nordestina were planted in rows spaced of 1.5 m x 1,0m, with one plant per hill. The experimental design was arranged in a randomized block with eight treatments and four replications. The treatments were composed of four sowing times and different irrigation managements. Seed yield was highest in the second planting time (January, 2004). The water supply was more efficient when applied at the beginning than at the end of the plant life cycle. The oil yield was closed related to the seed yield. The number of internodes was positively correlated with the earliness of the castor bean. The secondary racemes had the highest contribution for the total seed yield.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., time sowing, water supply.

## 1 INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), pertence à família *Euphorbiaceae* que engloba um vasto número de plantas nativas da região tropical, e tem a Etiópia como provável centro de origem. É uma planta de crescimento indeterminado, cujo caule e ramificações laterais são encerradas por um racemo com número de frutos que pode variar de 15 a 80, conforme a cultivar e manejo cultural aplicado (TÁVORA, 1982; OPLINGER et al., 1997; BELTRÃO et al., 2001; SAVY FILHO, 2004).

No Nordeste brasileiro, onde se concentra a maior produção nacional de mamona, é quase consenso que esta cultura é a matéria-prima mais apropriada para uso no Programa Nacional de Biodiesel, pela excelente adaptação às condições edafoclimáticas da região. O maior produtor brasileiro é o Estado da Bahia que responde por 85% da produção nacional. Na safra 2004/2005 a área plantada com esta oleaginosa aumentou em 12% e a produtividade cresceu 33%, passando de 770 kg ha<sup>-1</sup> para 1.025 kg ha<sup>-1</sup> (CARVALHO, 2005) que ainda está aquém do real potencial produtivo da mamoneira. O baixo nível tecnológico empregado por grande parte dos agricultores, bem como a idéia generalizada de que a cultura não necessita de muitos cuidados, justificam em parte as baixas produtividades obtidas em regiões onde são realizados cultivos extensivos. Portanto, para que a mamoneira continue a obter ganhos de produtividade, torna-se necessária a implementação de melhorias no seu sistema produtivo, de modo que a cultura acompanhe a crescente demanda e se firme definitivamente como principal supridora de matéria-prima para a produção de biodiesel.

Um ponto importante a considerar é o correto suprimento hídrico, uma vez que, apesar da mamoneira apresentar ampla capacidade de adaptação à seca e sensibilidade ao excesso de umidade por períodos prolongados, necessita de uma precipitação pluvial mínima de 700 mm, bem distribuídos, sendo mais importante durante a fase inicial do crescimento, já na maturação dos frutos e na colheita são requeridos períodos secos (TÁVORA, 1982; AMORIM NETO; ARAÚJO; BELTRÃO, 2001; BELTRÃO et al., 2003). Na prática isto nem sempre acontece, e as plantas ficam expostas às intempéries climáticas.

Neste contexto, a irrigação é uma prática que realizada adequadamente, pode garantir o suprimento hídrico à cultura no momento em que ela mais precisa, e contribuir substancialmente com o aumento da produtividade. Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) verificaram maiores produtividades em plantas irrigadas do que em sequeiro, sendo registrados valores de até 4.049 kg ha<sup>-1</sup>. A cultivar “BRS 149 Nordestina”, pode produzir entre 3.500 e 4.500 kg ha<sup>-1</sup> em condições irrigadas (BELTRÃO, 2001), tendo sido registradas produtividades superiores a 5.000 kg ha<sup>-1</sup> em cultivos comerciais na Bahia (CARVALHO, 2005). De acordo com este mesmo autor, uma outra vantagem da irrigação é a possibilidade de se antecipar o plantio a fim de que a colheita possa ser realizada nos períodos mais secos do ano, o que melhora a qualidade dos grãos.

Além da irrigação a data de plantio é um passo tecnológico importante para o êxito da lavoura. O uso eficiente da água, por exemplo, reduz significativamente com o plantio tardio, enquanto a antecipação da semeadura resulta em alto rendimento de grãos (VIJAYA KUMAR et al., 1996, 1997). Assim, é possível que a antecipação do plantio da mamoneira possibilitada pelo uso da irrigação, bem como a suplementação hídrica após a estação chuvosa possam contribuir para o aumento da produtividade da cultura, uma vez que sendo uma planta de crescimento indeterminado continuará a florescer e produzir, caso haja condições favoráveis de disponibilidade de água e nutrientes. Todavia, é importante citar que quando a disponibilidade de água e nutrientes é excessiva a planta privilegia o crescimento vegetativo, podendo haver retardamento do florescimento e do amadurecimento dos frutos (WEISS, 1971).

Ao longo do ciclo são produzidas várias ordens de racemos, sendo a primária, secundária e terciária, as mais importantes. Estas ordens são expostas a diferentes condições ambientais que aliadas à época de cultivo e as características de cada cultivar, provocam variações na contribuição de cada uma delas na produtividade total (VIJAYA KUMAR et al., 1997; KOUTROUBAS; PAPAKOSTA; DOITSINIS, 2000; FREIRE, 2001). Vijaya Kumar et al. (1997) verificaram que a participação dos racemos primários na produtividade total aumentou com a antecipação do plantio, e especularam que a dominância fisiológica, aliada as condições ambientais favoráveis durante o período reprodutivo, foram os fatores responsáveis pela maior contribuição dos racemos primários, os quais representaram até 59% da produtividade da mamoneira.

Todavia, em outros trabalhos foi relatado que os racemos secundários é que representam a maior parte do rendimento total da mamoneira, o que se deve ao seu maior número (KITTOCK; WILLAMS, 1968; LINS, 1976; TÁVORA et al., 1988; SAVY FILHO et al., 1990; CORRÊA; TÁVORA; PITOMBEIRA, 2006). É importante citar que o comprimento da estação de crescimento é, em última análise, quem define a contribuição de cada ordem de racemo, desde que fatores abióticos não interfiram no desenvolvimento da planta. Em mamoneiras de ciclo curto, os racemos primários são os responsáveis pela maior participação, já nas de ciclo médio/longo os secundários e terciários devem ser os responsáveis pela maior contribuição na produtividade total.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência da época de semeadura e da irrigação suplementar antes e depois do período chuvoso, nos componentes de crescimento, na produtividade de grãos, no rendimento de óleo e na contribuição relativa de cada ordem de racemo na produtividade total da mamoneira.



## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização e caracterização da área experimental**

O ensaio experimental foi conduzido entre os meses de dezembro de 2003 e dezembro de 2004 em área pertencente à Fazenda Experimental Vale do Curu - FEVC, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste - CE.

O município de Pentecoste está localizado geograficamente na Microrregião do Médio Curu do Estado do Ceará, com coordenadas de 6°47'34" de latitude sul e a 39°16'13" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich, a uma altitude média de 60 metros (BRASIL, 1973).

#### **2.1.1 Clima**

A classificação climática da região segundo Köppen é do tipo Aw': tropical chuvoso com cinco a oito meses secos. As temperaturas médias anuais variam de 22°C a 28°C. Apresenta umidade relativa do ar média de 74% ao longo do ano. A precipitação média anual varia de 600 mm a 1.100 mm com estação chuvosa concentrada entre os meses de janeiro e abril, onde ocorre mais de 70% dessa precipitação (BRASIL, 1973).

A precipitação pluvial acumulada no período de condução do experimento foi de 930,9 mm para o período compreendido entre o plantio e a última colheita. Todavia, a distribuição dessa precipitação foi irregular e 78,84% do total das chuvas ocorreu entre os meses de janeiro e abril.

#### **2.1.2 Solo**

Na área experimental o solo predominante pertence à classe dos NEOSSOLOS FLÚVICOS (EMBRAPA SOLOS, 1999). Antes do plantio duas amostras de solo foram coletadas na área experimental nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm a fim de caracterizá-lo quimicamente. As amostras de solo foram

enviadas ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, e analisadas segundo procedimentos analíticos descritos pela Embrapa Solos (1997). O resultado da análise química do solo com teores dos elementos minerais interpretados segundo Tomé Júnior (1997) é apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2004.

Características químicas	Profundidades de coleta (cm)			
	0-20	Caracterização	20-40	Caracterização
pH em água (1:2,5)	7,2	-	7,7	-
P (mg dm <sup>-3</sup> )	119	Alto	52	Alto
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	273	Alto	148	Alto
Na <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	37	-	40	-
Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0	-	0,0	-
Ca <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,2	Alto	4,3	Alto
Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,0	Alto	4,1	Alto

Análise realizada no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC. P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>: Extr. Mehlich 1; H<sup>+</sup>+Al<sup>+3</sup>: Extr. Acet. de Ca<sup>+2</sup> 0,5M pH 7; Al<sup>+3</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>: Extr. KCl 1M.

## 2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais com área de 60 m<sup>2</sup> (6,0 m x 10,0 m) cada parcela continha quatro fileiras de plantas espaçadas em 1,5 m. A área total do experimento foi de 3.072 m<sup>2</sup> e a área útil considerando apenas as parcelas foi de 1.920 m<sup>2</sup>. Os tratamentos foram compostos por quatro épocas de plantio combinadas com diferentes regimes de irrigação.

Foram instalados seis tratamentos em dezembro, janeiro e fevereiro, sendo dois em cada mês, um deles com suplementação hídrica antes do início do período chuvoso, para possibilitar a germinação e o crescimento inicial das plântulas, e o outro com suplementação hídrica antes do início e após o término do período chuvoso. Em seguida foram instalados mais dois tratamentos em março, um deles em condições de sequeiro e o outro com as plantas irrigadas no início da

estação seca. Apesar do estabelecimento destes tratamentos, cumpre esclarecer que em alguns casos a suplementação hídrica no início do ciclo não foi necessária, em virtude das chuvas abundantes, ocorridas especialmente, nos meses de janeiro e fevereiro.

Os tratamentos foram identificados utilizando-se as iniciais do mês correspondente à respectiva época de plantio, e os números **1** quando houve suplementação hídrica no início e **2** para os tratamentos com suplementação antes e após o término da estação chuvosa (Tabela 2). Exceção é feita aos tratamentos implantados em março, onde o número **1** foi utilizado para identificar o tratamento sem irrigação e o número **2** para o tratamento com irrigação depois do período chuvoso.

**Tabela 2.** Identificação dos tratamentos utilizados no experimento. Pentecoste – CE, 2004.

Tratamentos		
Identificação	Época de semeadura*	Época de irrigação
DEZ 1	Dezembro de 2003	Antes do período chuvoso
DEZ 2	Dezembro de 2003	Antes e depois do período chuvoso
JAN 1	Janeiro de 2004	Antes do período chuvoso
JAN 2	Janeiro de 2004	Antes e depois do período chuvoso
FEV 1	Fevereiro de 2004	Antes do período chuvoso
FEV 2	Fevereiro de 2004	Antes e depois do período chuvoso
MAR 1	Março de 2004	Sem irrigação
MAR 2	Março de 2004	No início do período de estiagem

\*A semeadura ocorreu no dia cinco de cada mês.

### 2.3 Adubação utilizada

De posse dos resultados da análise química do solo realizou-se à recomendação de adubação para a cultura da mamona, conforme Universidade Federal do Ceará (1993). As quantidades necessárias de macronutrientes foram as

seguintes: 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 30 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 10 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

A adubação foi realizada de modo convencional em covas, e por ocasião do plantio aplicou-se em fundação todo o fósforo e potássio recomendado, enquanto a aplicação do nitrogênio foi parcelada em três vezes, 1/3 em fundação e 2/3 em cobertura aos 30 e 60 dias após o plantio.

## 2.4 Manejo da irrigação

A aplicação da água foi feita pelo método de irrigação localizada utilizando-se um sistema de microaspersão e um turno de rega de dois dias. A lâmina de água fornecida a cultura  $L_i$ , foi calculada com base na evaporação do tanque classe "A"  $ECA$  medida em milímetros, no coeficiente de tanque  $K_p$ , no coeficiente de cultura  $K_c$  e no coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação  $CUD$ , a partir da expressão 1.

$$L_i = \frac{K_p \times k_c \times ECA}{CUD} \quad (1)$$

Durante o ciclo cultural foram utilizados diferentes coeficientes de cultivo ou de cultura, a saber: 0,90 para o período compreendido entre o plantio e o início da floração; 1,15 entre a floração e o início da maturação dos racemos, e 0,5 durante a colheita; já o coeficiente de tanque utilizado foi de 0,75, conforme recomendações de Dorenbos e Pruitt (1997).

A determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação  $CUD$ , foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), segundo a qual se realiza a medição da vazão de quatro emissores em quatro linhas laterais de irrigação distribuídas ao longo das unidades experimentais. De posse dos valores das vazões, medidos em cada emissor calculou-se o  $CUD$  do sistema de irrigação, que foi de 84,02%, utilizando-se a expressão 2.

$$CUD = \frac{\text{Média de } \frac{1}{4} \text{ das menores vazões}}{\text{Média de todas as vazões coletadas}} \quad (2)$$

O cabeçal de controle foi composto por uma eletrobomba com potência de 1,5 cv, de um filtro de disco e por um manômetro para verificação da pressão de funcionamento do sistema. A tubulação principal possuía diâmetro nominal de 50 mm, as linhas de distribuição de água, e as linhas laterais de irrigação eram de 50 mm e 16 mm, respectivamente. As linhas laterais tinham comprimento de 10,0 m e continham cinco microaspersores equidistantes em 2,0 m. Nas unidades experimentais foram instaladas duas linhas laterais de irrigação responsáveis pela irrigação de quatro fileiras de plantas. A vazão média dos emissores foi de 52,51 L h<sup>-1</sup>, trabalhando a uma pressão de serviço de 17 mca.

O tempo de irrigação foi calculado com base na lâmina de água necessária, na área da parcela, no número de microaspersores por parcela e na vazão média dos emissores. A água utilizada na irrigação foi proveniente de um canal secundário da Fazenda Experimental que é abastecido pela água proveniente do açude General Sampaio.

A quantidade total de água fornecida à cultura variou com o tratamento, assim os plantios efetuados em dezembro de 2003 e janeiro e fevereiro de 2004, foram irrigados a partir da semeadura que ocorreu no dia 05 de cada mês, até o pleno estabelecimento da estação chuvosa. Nos plantios realizados em março as plantas não receberam irrigação no início do ciclo. O maior consumo hídrico ocorreu nos tratamentos DEZ2; JAN2; FEV2 e MAR2, onde as plantas também foram irrigadas a partir de julho de 2004 com o início do período seco, até 05 de dezembro de 2004, com a maturação dos últimos racemos. O consumo hídrico e o período de irrigação de cada tratamento são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Consumo hídrico mensal (mm) e período de irrigação da mamoneira, nos diferentes tratamentos. Pentecoste – CE, 2004.

Período	Precipitação Pluvial (mm)	Irrigação (mm)							
		Dez1	Dez2	Jan1	Jan2	Fev1	Fev2	Mar1	Mar2
05.12 - 04.01	-	146,06	146,06						
05.01 - 04.02	275,2	-	-	12,15	12,15				
05.02 - 04.03	276,1	-	-	-	-	12,15	12,15		
05.03 - 04.04	182,6	-	-	-	-	-	-	-	-
05.04 - 04.05	59,4	-	-	-	-	-	-	-	-
05.05 - 04.06	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-
05.06 - 04.07	82,0	-	-	-	-	-	-	-	-
05.07 - 04.08	43,4	-	50,23	-	50,23	-	50,23	-	50,23
05.08 - 04.09	-	-	144,76	-	144,76	-	144,76	-	144,76
05.09 - 04.10	-	-	181,28	-	181,28	-	181,28	-	181,28
05.10 - 04.11	-	-	162,27	-	162,27	-	162,27	-	162,27
05.11 - 04.12	2,5	-	184,38	-	184,38	-	184,38	-	184,38
<b>Total</b>	<b>927,4</b>	<b>146,06</b>	<b>868,98</b>	<b>12,15</b>	<b>735,07</b>	<b>12,15</b>	<b>735,07</b>	<b>-</b>	<b>722,92</b>

Tabela 3. (Continuação).

Período	Total (Precipitação pluvial + Irrigação)							
	Dez1	Dez2	Jan1	Jan2	Fev1	Fev2	Mar1	Mar2
05.12 - 04.01	146,06	146,06						
05.01 - 04.02	275,2	275,2	287,35	287,35				
05.02 - 04.03	276,1	276,1	276,1	276,1	288,25	288,25		
05.03 - 04.04	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6
05.04 - 04.05	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4
05.05 - 04.06	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
05.06 - 04.07	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0
05.07 - 04.08	43,4	93,63	43,4	93,63	43,4	93,63	43,4	93,63
05.08 - 04.09	-	144,76	-	144,76	-	144,76	-	144,76
05.09 - 04.10	-	181,28	-	181,28	-	181,28	-	181,28
05.10 - 04.11	-	162,27	-	162,27	-	162,27	-	162,27
05.11 - 04.12	2,5	186,88	2,5	186,88	2,5	186,88	2,5	186,88
<b>Total</b>	<b>1.073,46</b>	<b>1.796,38</b>	<b>939,55</b>	<b>1.662,47</b>	<b>664,35</b>	<b>1.387,27</b>	<b>376,1</b>	<b>1.099,02</b>

## 2.5 Semeadura e tratos culturais

A cultura utilizada foi a mamoneira da cultivar “BRS 149 Nordestina” a qual possui porte médio com aproximadamente 1,90 m de altura em regime de sequeiro, caule com coloração verde ceroso e nodoso, racemo de forma cônica e sementes de coloração preta, com peso médio de 0,68 g unidade<sup>-1</sup>. A floração ocorre em torno de 50 dias após a emergência das plântulas, e o ciclo é de 250 dias em média. O teor de óleo das sementes é de 49%. Produz, em média, 1.500 kg ha<sup>-1</sup>, em condições de sequeiro, e 5.000 kg ha<sup>-1</sup>, em regime de irrigação. Tem em média, 5 a 7 racemos por planta, com tamanho em torno de 33 cm e média de 37 frutos (CARVALHO, 2005).

O solo foi preparado convencionalmente cerca de 20 dias antes do plantio com uma aração profunda e uma gradagem niveladora. O plantio foi feito semeando-se de três a quatro sementes por cova no espaçamento de 1,5 m x 1,0 m, e na época pré-estabelecida para cada tratamento. Aos 20 dias após a germinação procedeu-se ao desbaste cortando-se as plantas rente ao solo, permanecendo apenas uma planta por cova, resultando numa população de 6.666 plantas por hectare. Cada parcela possuía quatro fileiras de plantas com 10 plantas por fileira.

A área útil das parcelas de 3 m x 8 m (24 m<sup>2</sup>) onde foram coletados os dados foi estabelecida a partir da seleção das duas fileiras centrais e do descarte das plantas existentes nas duas primeiras covas das extremidades de cada fileira. Assim procedendo, a coleta dos dados foi feita em 16 plantas por parcela.

Não houve necessidade de controle fitossanitário durante a condução do experimento. Sempre que necessário realizou-se o controle das plantas daninhas através de capinas manuais com enxadas mantendo-se a cultura livre de competição com plantas daninhas.

## 2.6 Colheita e beneficiamento

Foram feitas várias colheitas ao longo do ciclo da cultura utilizando-se um alicate de poda e sacos de papel. Os racemos foram colhidos quando 2/3 dos frutos estavam maduros, em seguida foram identificados, separados por tratamento,



repetição e ordem, e colocados para completar a secagem em casa de vegetação por um período de até 20 dias.

Depois da secagem os racemos foram contados e pesados separadamente para cada tratamento, repetição e ordem. O beneficiamento dos frutos foi feito de forma manual após serem separados da raque.

## **2.7 Características avaliadas**

### **2.7.1 Altura da inserção do racemo primário e diâmetro do caule**

A altura média de inserção do racemo primário foi determinada a partir de medições efetuadas na época de maturação, considerando-se para tanto a distância vertical em metros do nível do solo até a inserção do racemo primário, com o auxílio de uma régua graduada com comprimento de 1 m.

O diâmetro caulinar foi determinado na época de maturação dos últimos racemos na base do caule com o auxílio de um paquímetro.

### **2.7.2 Número de dias para a antese e número de internódios no caule**

O número médio de dias entre a emergência das plântulas e a antese, foi contabilizado quando 50% das plantas da área útil de cada parcela emitiram a inflorescência principal. O número médio de internódio no caule foi determinado no início da floração, pela contagem a partir do nível do solo até a região de inserção do racemo primário.

### **2.7.3 Produtividade de grãos e rendimento de óleo**

A produtividade de grãos foi obtida pela pesagem dos grãos de cada parcela após o beneficiamento com os valores sendo extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>. O rendimento de óleo em kg ha<sup>-1</sup>, foi estimado a partir dos valores da produtividade de grãos e do percentual de óleo das sementes de cada repetição (Expressão 3).

$$RO = \frac{PTG \times PO}{100} \quad (3)$$

Sendo:

RO= Rendimento de óleo (kg ha<sup>-1</sup>);

PTG= Produtividade total de grãos (kg ha<sup>-1</sup>);

PO= Percentual de óleo das sementes.

#### 2.7.4 Percentagem de debulha

O rendimento percentual de grãos ou de debulha foi determinado pelo quociente entre a produtividade total de grãos em kg ha<sup>-1</sup> e a produtividade total de frutos em kg ha<sup>-1</sup> (Expressão 4).

$$PD = \frac{PT}{PTF} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

PD= Percentagem de debulha (%);

PT= Produtividade total de grãos (kg ha<sup>-1</sup>);

PTF= Produtividade total de frutos (kg ha<sup>-1</sup>).

#### 2.7.5 Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total

A produtividade de grãos de cada ordem de racemo foi obtida separadamente, com isto, foi possível determinar a participação percentual de cada uma delas em relação a produtividade total conforme a expressão (5).

$$Cr = \frac{PTR}{PTG} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

Cr= Contribuição relativa (%);

PTR= Produtividade de grãos dos racemos da ordem considerada (kg ha<sup>-1</sup>);

PTG= Produtividade total de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

## 2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Bartlett para verificação da homogeneidade das variâncias e em seguida procedeu-se à análise da variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo na análise da variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional para análises estatísticas Saeg v. 5.0 da Fundação Arthur Bernardes da Universidade Federal de Viçosa (1993).

Com o intuito de se determinar o grau de relação entre as características agronômicas da mamoneira, calculou-se o coeficiente de correlação entre as variáveis dependentes, sendo a significância dos coeficientes obtidos, verificada pelo Teste t, em nível de 1% e 5% de probabilidade, com o auxílio do software Saeg v. 5.0 UFV (1993).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Altura da inserção do racemo primário e diâmetro do caule

Pelo resumo das análises das variâncias para os dados da altura da inserção do racemo primário e para diâmetro caulinar, verificou-se que os tratamentos utilizados influenciaram significativamente as duas características em estudo, em nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo das análises das variâncias para os dados da altura da inserção do racemo primário e do diâmetro do caule. Pentecoste - CE, 2004.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Altura	Diâmetro
Tratamentos	7	0,4223 **	0,6331 *
Bloco	3	0,0519 *	0,6646 *
<i>Resíduo</i>	21	<i>0,0158</i>	<i>0,1868</i>
Total	31	-	-
CV (%)	-	9,67	11,60

(\*\*), (\*), (ns) significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo teste F.

A comparação das médias dos dados da altura da inserção do racemo primário nos distintos tratamentos pode ser observada na Tabela 5. A antecipação do plantio de março para janeiro com irrigação suplementar, conferiu as maiores alturas 1,66 m e 1,64 m, nos tratamentos JAN1 e JAN2, respectivamente, estes valores não foram superiores estatisticamente apenas daquele obtido no tratamento FEV1 que foi de 1,55 m. É possível que as condições climáticas predominantes durante os plantios realizados em janeiro e fevereiro de 2004, especialmente no que se refere à precipitação pluvial tenham contribuído com estes resultados, uma vez que Hemerly (1981) ressalta que em condições de elevada disponibilidade hídrica a mamoneira privilegia o crescimento vegetativo, podendo ocorrer atraso na floração e frutificação. Estes resultados também estão condizentes com informações de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) que obtiveram maior altura de inserção do

racemo primário em condições de elevado suprimento hídrico em comparação com o cultivo de sequeiro.

No presente estudo, as menores alturas de inserção do racemo primário também foram verificadas nos plantios tardios de março MAR1 (0,80 m) e MAR2 (0,88 m) onde não houve irrigação no início do ciclo de cultivo (Tabela 5). Tal fato pode indicar que em condições de sequeiro a cultivar “BRS 149 Nordestina” emite o racemo primário a uma menor altura, e provavelmente num período mais precoce, com internódios mais curtos ou em número reduzido, do que quando cultivada em condições de disponibilidade hídrica elevada. O que corrobora com resultados obtidos por Kittock e Williams (1968) ao verificarem que a altura de inserção do racemo primário diminui gradualmente em condições não irrigadas e quando o semeio da cultura é feito em épocas mais tardias.

A maior altura de inserção do racemo primário de 1,66 m, alcançada no tratamento JAN1, é considerada alta conforme classificação sugerida por Savy Filho et al. (1999), o que em alguns casos pode dificultar a colheita, especialmente, dos racemos secundários e terciários.

**Tabela 5.** Altura média da inserção do racemo primário, e diâmetro caulinar médio da mamoneira, em função da época de plantio e irrigação antes e após o período chuvoso. Pentecoste – CE, 2004.

<b>Tratamentos</b>	<b>Inserção do racemo primário (m)</b>	<b>Diâmetro do caule (cm)</b>
DEZ1	1,25 c	5,20 a
DEZ2	1,28 bc	5,27 a
JAN1	1,66 a	4,87 ab
JAN2	1,64 a	4,60 ab
FEV1	1,55 ab	4,86 ab
FEV2	1,32 bc	4,17 b
MAR1	0,80 d	4,32 ab
MAR2	0,88 d	4,50 ab
<b>DMS</b>	0,298	1,02

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Os maiores valores para o diâmetro do caule mensurado no final do ciclo da cultura foram obtidos com a antecipação da semeadura para dezembro, nos tratamentos DEZ1 e DEZ2, com médias de 5,20 cm e 5,27 cm respectivamente. Entretanto, estes valores foram superiores estatisticamente apenas ao obtido no tratamento FEV2 que foi de 4,17 cm (Tabela 5). Kittock e Williams (1968) também verificaram aumento no diâmetro caulinar quando a cultura foi semeada em épocas mais precoces, valendo ressaltar que o plantio precoce da mamoneira expõe a cultura a uma maior estação de crescimento por alongar o ciclo cultural, notadamente, quando água e nutrientes não são fatores limitantes. Ademais, como planta de crescimento indeterminado é comum que sua maior permanência em campo favoreça a expansão do diâmetro caulinar.

De um modo geral, o diâmetro médio do caule variou de 4,17 cm quando a semeadura foi feita em fevereiro com irrigação antes e após o período chuvoso no tratamento FEV2 a 5,27 cm com plantio em dezembro e irrigação realizada no início do ciclo cultural e após o término da estação chuvosa, tratamento DEZ2 (Tabela 5). Estes valores são superiores aos obtidos por Azevedo et al. (1998) para a cultivar Sipeal 28 que foi de 3,35 cm, e segundo Savy Filho et al. (1999) podem ser classificados como médios.

### **3.2 Número de dias para a antese e número médio de internódios até a primeira inflorescência**

O número de dias decorridos entre a emergência das plântulas e a antese, que expressa a precocidade da cultura, e o número de internódios até a primeira inflorescência, foram influenciados significativamente pelos tratamentos estudados em nível de 1% de probabilidade conforme teste F (Tabela 6).

Na comparação entre as médias dos tratamentos, foram verificadas plantas mais precoces nos plantios de dezembro de 2003 e março de 2004, com florescimento médio iniciado entre 54,5 e 58,47 dias após a emergência (DAE) nos tratamentos DEZ1 e MAR1, respectivamente. Tais médias diferiram estatisticamente daquelas obtidas com as semeaduras em janeiro e fevereiro nos tratamentos JAN1; JAN2; FEV1 e FEV2, (Figura 1). As plantas mais tardias foram observadas nos

plantios de janeiro, nos tratamentos JAN1 e JAN2, que levaram mais de 75 dias para a iniciação floral (Figura 1).

**Tabela 6.** Resumo das análises das variâncias para os dados de precocidade (período, em dias, entre a emergência e a floração do primeiro racemo) e número de internódios no início da floração. Pentecoste - CE, 2004.

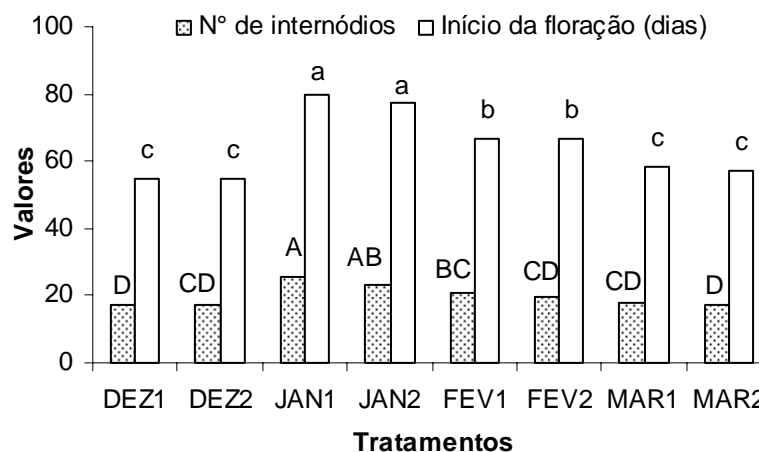
Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Precocidade	Nº de internódios
Tratamentos	7	404,03 **	37,95 **
Bloco	3	4,92 ns	3,97 ns
<i>Resíduo</i>	21	3,77	2,03
Total	31	-	-
CV (%)	-	2,68	7,14

(\*\*), significativo a 1% de probabilidade, (ns), não significativo pelo teste F.

Vale ressaltar que em janeiro choveu acima da média da região (275 mm), assim, é possível que o excesso de umidade no solo tenha afetado o crescimento inicial da cultura nos primeiros 30 dias, tanto no semeio de janeiro como no de fevereiro, ao ponto de contribuir com o retardamento do florescimento. Uma vez que, o excesso de umidade no solo é prejudicial durante o desenvolvimento inicial da cultura (BELTRÃO et al. 2003).

Uma outra constatação é que em condições de excesso de umidade e de alta fertilidade do solo a mamoneira retarda o florescimento e a frutificação em detrimento de maior crescimento vegetativo, o que pode explicar, em parte, o florescimento tardio das plantas dos tratamentos implantados em janeiro e fevereiro. Apesar disso, não foi constatado nenhum prejuízo a cultura, ao contrário, houve inicialmente um maior investimento em crescimento vegetativo para em seguida, ocorrer maior alocação de reservas nos componentes de produção. Tal comportamento pode indicar um melhor uso da precipitação pluvial ocorrida no período. O que corrobora com informações de Távora e Barbosa Filho (1994) trabalhando com a cultura da mandioca, este comportamento também pode ser justificado, pelo fato de a cultura possuir crescimento indeterminado.

O valor médio para o início da floração observado nos tratamentos DEZ1 e DEZ2, obtido com a antecipação do plantio para dezembro situou-se em torno de 54,5 dias que é semelhante ao contido na literatura, para a cultivar “BRS 149 Nordestina”, cuja floração do primeiro racemo ocorre entre 50 e 55 dias após a emergência das plântulas (BELTRÃO, 2001).



**Figura 1.** Número médio de internódios até a emissão do primeiro racemo, e número médio de dias para o início da floração da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina”. As médias seguidas de letras iguais minúsculas para início da floração (dms= 4,60), e maiúsculas para número de internódios (dms= 3,38) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Pentecoste – CE, 2004.

Os maiores valores para o número de internódios foram registrados nos plantios de janeiro com médias de 25,51 e 23,44 nos tratamentos JAN1 e JAN2, respectivamente, que não diferiram estatisticamente entre si. A média deste último tratamento também não diferiu daquela registrada no plantio de fevereiro (FEV1), afora esta exceção o número de internódios das plantas semeadas em janeiro foi superior aos daquelas semeadas nas demais épocas (Figura 1).

É possível que as condições ambientais, notadamente, no que se refere à precipitação pluvial, tenham contribuído para a obtenção desses resultados, uma vez que as chuvas abundantes ocorridas em janeiro e fevereiro, podem ter favorecido um maior crescimento vegetativo, com maior número de internódios, contribuindo inclusive com o retardamento da floração. Tais resultados, estão condizentes com informações de Kittock e Williams (1968) ao concluírem que a data



de plantio e as condições ambientais afetaram significativamente o número de internódios da mamoneira. Segundo estes autores sob condições irrigadas ou com elevada disponibilidade de umidade as plantas emitem um maior número de internódios, podendo ainda, retardar o florescimento, prolongar o período vegetativo e aumentar a altura de inserção do primeiro racemo.

### 3.3 Produtividade de grãos e rendimento de óleo

A produtividade de grãos e o rendimento de óleo da mamoneira, foram influenciados significativamente pelos tratamentos estudados em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, como pode ser observado no resumo das análises das variâncias (Tabela 7).

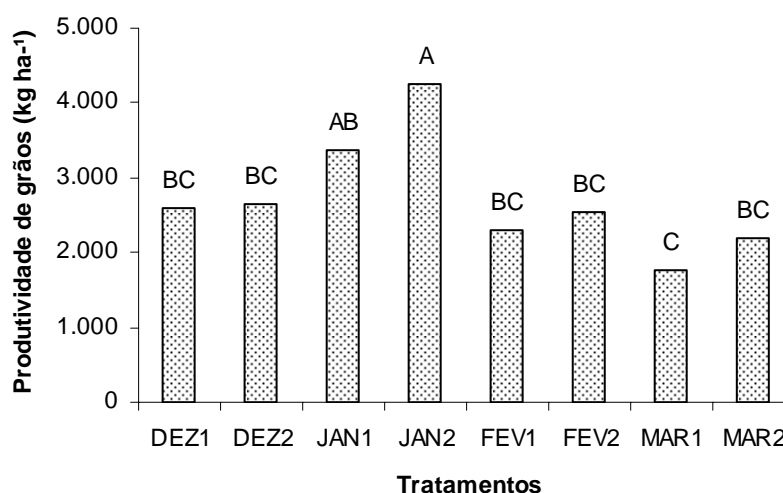
**Tabela 7.** Resumo das análises das variâncias para os dados da produtividade de grãos e rendimento de óleo. Pentecoste - CE, 2004.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Produtividade de grãos	Rendimento de óleo
Tratamentos	7	2392446 **	502672,3 **
Bloco	3	256760,4 ns	46502,9 ns
<i>Resíduo</i>	<i>21</i>	<i>289012,3</i>	<i>63740,8</i>
Total	31	-	-
CV (%)	-	19,8	20,2

(\*\*) significativo a 1% de probabilidade, (ns) não significativo pelo teste F.

A antecipação do plantio de março para janeiro e as duas épocas de irrigação, no início do estabelecimento da cultura e após cessarem as chuvas, tratamento JAN2, conferiram as maiores produtividades de grãos. E a média deste tratamento não diferiu estatisticamente daquela obtida quando a cultura foi semeada também em janeiro, mas não recebeu irrigação ao final do período chuvoso (JAN1) como pode ser visto na Figura 2. Desse modo, é possível que a disponibilidade hídrica independente do uso da irrigação seja mais importante no início do estabelecimento da cultura do que após este período, confirmando informações de Távora (1982).

Este comportamento se repetiu em todas as épocas de plantio, não havendo diferença estatística entre os tratamentos implantados em um mesmo mês. Assim, o uso da irrigação a partir de julho quando a estação chuvosa havia acabado, e a cultura já se encontrava em plena produção, não propiciou ganhos significativos de produtividade, apesar de as plantas terem consumido uma maior quantidade de água. Tal fato, evidencia que a suplementação hídrica nos estádios mais avançados da cultura não é uma prática vantajosa, e que possa garantir ganhos significativos de produtividade. Desse modo, é provável que a mamoneira utilize de forma eficiente, o suprimento hídrico disponível no início do ciclo de vida, e com isto consiga assegurar boas produtividades, mesmo após o término da estação chuvosa ou com a suspensão da irrigação.



**Figura 2.** Produtividade média de grãos da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina”. As médias seguidas por letras iguais (dms= 1.275), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Pentecoste – CE, 2004.

Távora e Barbosa Filho (1994) trabalhando com antecipação de plantio e irrigação suplementar na cultura da mandioca também verificaram que a suplementação hídrica mostrou-se bem mais eficiente quando empregada na fase inicial do crescimento da cultura, em comparação com a suplementação feita no início do período seco.

Vale ressaltar que o consumo hídrico no tratamento JAN1, foi mínimo, aplicando-se apenas uma lâmina de irrigação de 12,15 mm para garantir a

germinação e o estabelecimento da cultura no campo; como as condições ambientais foram propícias a cultura, em especial, precipitação pluvial, a mamoneira produziu satisfatoriamente com apenas uma pequena suplementação hídrica por ocasião da semeadura.

Cumpra salientar, que a disponibilidade hídrica nos primeiros estádios de crescimento da cultura, especialmente nos plantios de dezembro de 2003 e janeiro de 2004, foi decisiva no estabelecimento desses tratamentos e no aumento da produtividade. Estes resultados, são semelhantes aos obtidos por Laureti et al. (1996) e Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) que verificaram maiores produtividades em condições irrigadas. Tal comportamento é comum em culturas irrigadas por expressarem melhor o seu potencial produtivo.

As maiores produtividades de grãos nos plantios de janeiro,  $3.377 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $4.252 \text{ kg ha}^{-1}$ , em JAN1 e JAN2, respectivamente (Figura 2), estão entre as mais altas já relatadas na literatura sob condições experimentais e são superiores as encontradas por vários autores (TÁVORA et al. 1974; AZEVEDO et al., 1998; CURTI; CAMPELO JÚNIOR, 2004; SEVERINO et al., 2006). Contudo, Beltrão (2001) afirma que em condições irrigadas a cultivar “BRS 149 Nordestina”, pode produzir entre  $3.500$  e  $4.500 \text{ kg ha}^{-1}$  e segundo Carvalho (2005) esta cultivar tem potencial produtivo de até  $5.000 \text{ kg ha}^{-1}$ .

As médias dos plantios de janeiro diferiram estatisticamente daquela do plantio de março em condições de sequeiro, cuja produtividade foi de  $1.774 \text{ kg ha}^{-1}$  em MAR1, como pode ser observado na Figura 2. Estes resultados são coerentes, pois as plantas do tratamento MAR1 tiveram uma menor estação de crescimento, o que pode limitar a emissão de mais racemos por planta, e portanto, reduzir a produtividade de grãos.

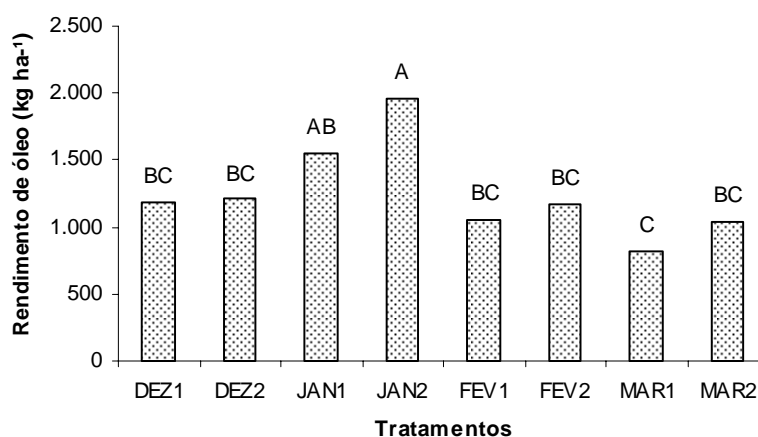
Tais fatos podem evidenciar que a época de plantio e a disponibilidade hídrica afetam o desenvolvimento da mamoneira, conforme verificado por Vijaya Kumar et al. (1997), segundo estes autores o plantio da mamoneira em diferentes épocas expõe a cultura a diferentes micro-ambientes que provocam alterações no seu crescimento e desenvolvimento.

Não houve diferença estatística entre as produtividades de grãos nos plantios de dezembro de 2003, e fevereiro e março de 2004, cujos valores se situaram entre  $1.774$  e  $2.634 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 2), estas produtividades são superiores

as mencionadas na literatura para a cultivar “BRS 149 Nordestina” em condições de sequeiro que é de  $1.500 \text{ kg ha}^{-1}$  (EMBRAPA ALGODÃO, 2002).

A comparação de médias para os valores do rendimento de óleo pode ser observada na Figura 3. Dos resultados, constatou-se que os tratamentos com as maiores médias para a produtividade de grãos foram também os que conferiram os maiores rendimentos de óleo. No tratamento JAN2, com irrigação antes e depois do período chuvoso, foi registrado o maior valor ( $1.962 \text{ kg ha}^{-1}$  de óleo), o qual não foi superior estatisticamente apenas ao valor obtido no tratamento JAN1 ( $1.551 \text{ kg ha}^{-1}$  de óleo) implantado na mesma época, mas sem irrigação após o término da estação chuvosa. A média deste tratamento foi superior estatisticamente apenas aquela verificada no tratamento MAR1, onde as plantas foram cultivadas em condições de sequeiro e o rendimento de óleo foi de  $814 \text{ kg ha}^{-1}$ . Entre as médias dos demais tratamentos testados não se verificou diferença estatística (Figura 3).

Com estes resultados, pode-se supor que a redução no período de crescimento da cultura, notadamente, quando as plantas são cultivadas em regime de sequeiro como no tratamento MAR1, limita a emissão de mais racemos por planta, podendo reduzir a produtividade de grãos e conseqüentemente o rendimento de óleo da mamoneira.



**Figura 3.** Rendimento médio de óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da cultivar “BRS 149 Nordestina”. As colunas seguidas de letras diferentes (dms= 598,89), indicam diferença estatística entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Pentecoste – CE, 2004.

Desse modo, percebe-se que o rendimento de óleo, que é o resultado da combinação entre a produtividade de grãos e o conteúdo de óleo da semente, seguiu a variação da produtividade de grãos. Sugerindo que este componente é o que mais influencia no rendimento de óleo da mamoneira. Motivo pelo qual se deve manejar a cultura, a fim de se obter a máxima produtividade de grãos, que condicionará elevados rendimentos de óleo. Tais resultados, são semelhantes aos obtidos por Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao verificarem que o rendimento de óleo dependeu sobremaneira da produtividade de grãos, sendo pouco afetado pelo conteúdo de óleo na semente. Em média estes autores registraram o valor de 1.352 kg ha<sup>-1</sup> de óleo, que é superior a média do presente estudo de 1.249 kg ha<sup>-1</sup> de óleo.

### 3.4 Percentagem de debulha

O rendimento relativo de grãos ou percentagem de debulha, foi influenciado significativamente pelos tratamentos estudados em nível de 5% de probabilidade, conforme o Teste F da análise da variância (Tabela 8).

**Tabela 8.** Resumo da análise da variância para os dados da percentagem de debulha. Pentecoste - CE, 2004.

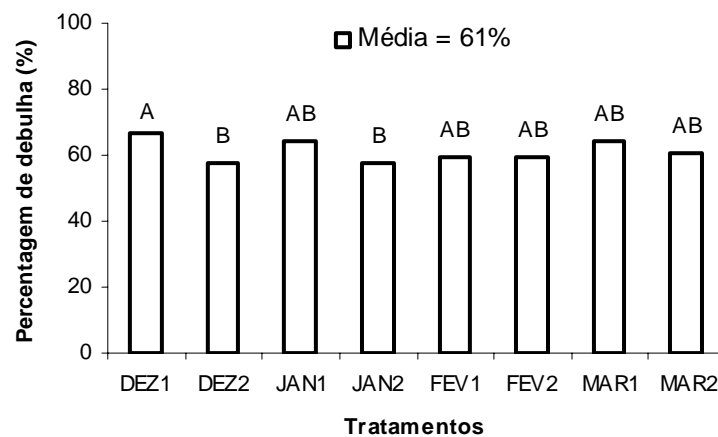
Fontes de variação	GL	Quadrado Médio
		Percentagem de debulha
Tratamentos	7	44,50 *
Bloco	3	17,89 ns
<i>Resíduo</i>	21	12,67
Total	31	-
CV (%)	-	5,81

(\*\*) significativo a 1% de probabilidade, (ns) não significativo pelo teste F.

A comparação das médias dos tratamentos pode ser observada na Figura 4. Pelos resultados constatou-se que a antecipação do plantio de março para dezembro conferiu o maior rendimento relativo de grãos que foi de 67% no tratamento DEZ1, com irrigação apenas no início do ciclo. Este valor é semelhante

ao apresentado por Duke (1983) ao informar que o rendimento de grãos varia de 65% a 75% dependendo da maturidade do racemo no momento da colheita, e também é semelhante ao citado por Savy Filho et al. (1990) para a cultivar IAC 226 que é de 66%.

Vale ressaltar que os tratamentos que foram irrigados apenas no início do ciclo (DEZ1; JAN1 e FEV1), bem como, aquele implantado em condições de sequeiro MAR1, tiveram os maiores rendimentos percentuais de grãos, apesar dos menores rendimentos absolutos, e suas médias não diferiram estatisticamente entre si. Enquanto, os tratamentos DEZ2, JAN2, FEV2 e MAR2, que receberam irrigação antes e depois do período chuvoso, tiveram os menores rendimentos relativos de grãos (Figura 4), mesmo com as maiores produtividades em quilos por hectare, como discutido anteriormente.

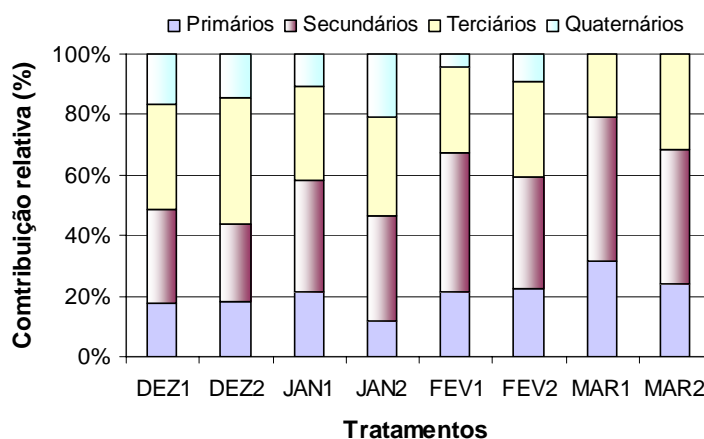


**Figura 4.** Rendimento relativo de grãos da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina”. As médias seguidas de letras iguais (dms= 8,44), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Pentecoste – CE, 2004.

### 3.5 Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total

A contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade da mamoneira nos diferentes tratamentos utilizados pode ser observada na Figura 5. Nas semeaduras realizadas em dezembro de 2003 (DEZ1 e DEZ2), e janeiro e fevereiro de 2004 (JAN1; JAN2; FEV1 e FEV2), verificou-se a produção de racemos

até a quarta ordem, já nos plantios de março (MAR1 e MAR2) só foram registrados racemos de até terceira categoria (Figura 5). O que se deve ao menor ciclo produtivo das plantas destes tratamentos, que tiveram um menor tempo para crescer e produzir, uma vez que foram plantadas tardiamente em relação as demais épocas de semeadura testadas. Tais resultados são condizentes com informações de Kittock e Williams (1968) ao constatarem redução na contribuição dos racemos terciários e quaternários com a diminuição da estação de crescimento, causada pela semeadura tardia, que afetou grandemente a participação de cada ordem de racemo na produtividade da mamoneira. Vijaya Kumar et al. (1997) também verificaram menor participação de racemos de ordens mais elevadas com o atraso do plantio.



**Figura 5.** Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total da mamoneira da cultivar “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste – CE, 2004.

A maior contribuição dos racemos primários e secundários na produtividade total ocorreu no plantio de março sem irrigação suplementar (MAR1) com 31,41% e 47,74% respectivamente (Figura 5). A não produção de racemos quaternários neste tratamento pode ser a razão mais provável para que isto tenha acontecido, e nestas condições os racemos de primeira e segunda ordem contribuíram com 79,20% do rendimento total. O que é condizente com informações de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao verificarem que a percentagem de contribuição do racemo primário na produtividade total reduz com o aumento na quantidade de água aplicada, e que em condições de sequeiro a participação dos racemos primários aumenta quando comparada aos valores obtidos em regime de irrigação. Segundo estes autores a contribuição relativa da ordem do racemo não é

uma característica estável, e depende das condições ambientais, da época de plantio, da cultivar e do regime de cultivo utilizado, sequeiro ou irrigado.

Nos demais tratamentos houve maior divisão entre as ordens de racemo, ocorrendo uma distribuição mais equilibrada entre as ordens, sendo os secundários e terciários os que mais contribuíram com a produtividade total. Contudo, no plantio de janeiro com irrigação suplementar ao término da estação chuvosa (JAN2) os racemos de quarta ordem tiveram uma participação decisiva no aumento da produtividade, visto que, a contribuição de 20,91% (Figura 5), foi a maior entre os tratamentos para esta categoria, podendo indicar que houve uma alta produção de racemos de ordens mais avançadas e uma maior distribuição percentual da produtividade entre as ordens de racemos.

Em média os racemos secundários foram os que mais contribuíram com a produção total 37,87%, confirmando informações de Corrêa, Távora e Pitombeira (2006); logo em seguida vieram os terciários que participaram com 31,42%, valor semelhante ao obtido por Lins (1976). Já os racemos primários contribuíram em média com 21,07% que é inferior ao valor obtido por Vijaya Kumar et al. (1997) de 59%. De acordo com estes autores, os racemos primários são os que mais contribuem com o rendimento total da mamoneira, devido à dominância fisiológica durante o período reprodutivo, bem como, a maior disponibilidade de umidade no início do ciclo da cultura, quando esta é cultivada sob sequeiro e a semeadura ocorre no início das chuvas.

Os racemos de quarta ordem foram os que menos contribuíram, com apenas 9,61% da produção total. Kittock e Williams (1968) também verificaram que os racemos de quarta ordem contribuíram com apenas 8% em relação à produtividade total.

### **3.6 Estudo de correlações**

Na Tabela 9, são apresentados os coeficientes de correlação entre as características rendimento de óleo, produtividade de grãos, precocidade e número de internódios. Pelos resultados, verificou-se que a produtividade de grãos e o rendimento de óleo são características altamente correlacionadas ( $r= 0,99^{**}$ ). E elevadas produtividades de grãos conferem altos rendimentos de óleo. Confirmando



informações de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao afirmarem que o rendimento de óleo depende substancialmente da produtividade de grãos.

O número de internódios até a emissão do racemo primário também foi positiva e significativamente correlacionado com o rendimento de óleo, com a produtividade de grãos, e em maior grau com a precocidade da cultura,  $r = 0,91^{**}$  (Tabela 9). De modo que quanto maior o número de internódios, mais tardias foram as plantas. Examinando-se a Tabela 9, constata-se que precocidade e produtividade de grãos e rendimento de óleo são características que mantêm relação entre si, Lima e Santos (1998) também observaram que o rendimento da mamoneira foi positivamente correlacionado com a precocidade.

**Tabela 9.** Coeficientes de correlação entre algumas características agrônômicas da mamoneira. Pentecoste – CE, 2004.

Características	Rendimento de óleo	Produtividade de grãos	Número de Internódios	Precocidade
Precocidade	0,61 **	0,61 **	0,91 **	1,00
Número de Internódios	0,61 **	0,62 **	1,00	
Produtividade de grãos	0,99 **	1,00		
Rendimento de óleo	1,00			

\*\* Significativo pelo Teste t em nível de 1% de probabilidade.

## 4 CONCLUSÕES

Em condições de elevada disponibilidade hídrica a mamoneira apresenta maior crescimento vegetativo e retarda o florescimento;

A suplementação hídrica no início do desenvolvimento da cultura, é mais vantajosa do que ao término do período chuvoso;

A antecipação do plantio para janeiro associada à irrigação antes e depois do período chuvoso, aumenta em mais de 100% a produtividade de grãos da mamoneira;

A irrigação é eficiente no aumento da produtividade da mamoneira, pois possibilita a antecipação do plantio para dezembro ou janeiro, e garante uma maior estação de crescimento e produção;

A antecipação do plantio favorece o surgimento de racemos de ordens mais avançadas, contudo, são os de segunda ordem que mais contribuem com o rendimento total da cultura seguido pelos terciários. Em condições de sequeiro a participação dos racemos primários aumenta, e pode ser responsável por mais de 30% da produtividade total;

O rendimento de óleo depende grandemente da produtividade de grãos, e maiores produtividades implicam em elevados rendimentos de óleo, havendo correlação positiva e significativa entre estas duas características;

A precocidade da cultura mantém estreita relação com o número de internódios até a emissão do racemo primário, e plantas tardias possuem maior número de internódios.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 5, p. 63-76.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W. dos; VIEIRA, D. J.; LIMA, E. F.; BATISTA F. A. S.; PEREIRA, J. R. Efeito de população de plantas no rendimento do consórcio de mamona com culturas alimentares. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 193-202. set-dez., 1998.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 2. p. 37-62.

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. Z.; SANTOS, J. W.; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de; QUEIROZ, U. C. de. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 659-664. jan-abr., 2003.

BELTRÃO, N. E. M. Mamoneira e seu cultivo no Nordeste brasileiro: excelente opção para a agricultura familiar, em especial no Estado da Paraíba. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 4, n. 2, nov., 2001.

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).

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

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

CURI, S.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Evapotranspiração e coeficiente de cultura na mamoneira (*Ricinus communis* L.), em Santo Antônio do Leverger-MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

DORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204 p. (Estudos FAO irrigação e drenagem, 24. Roma, 1977).

DUKE, J. A. *Ricinus communis* L. **Handbook of Energy Crops**. Purdue, 1983. Disponível em: <[http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Ricinus\\_communis.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Ricinus_communis.html)>. Acesso em: 28 de jun. 2006.

EMBRAPA ALGODÃO. **BRS – 149 Nordestina**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 1 folder.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Sistema de Produção de Informação - SPI, 1999. 412p.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio e Janeiro: Atual, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 13. p. 295-336.

HEMERLY, F. X. **Mamona: Comportamento e tendências no Brasil**. Brasília: Embrapa - Departamento de Informação e Documentação. 1981. 63p.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. California: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133p.

KITTOCK, D. L.; WILLIAMS, J. H. Influence of planting date on certain morphological characteristics of castor beans. **Agro. Journal**, Oxford, v. 60, p. 401-403, jul-aug., 1968.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European journal of agronomy**, Amsterdam, v. 11, p. 227-237, 1999. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/eja>>. Acesso em: 21 de Jan. 2006.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. **J. Agro. & Crop**

**Science**, Berlin, p. 33-41, 2000. Disponível em:  
<<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 21 de jan. 2006.

LAURETI, D.; FEDELI, A M.; SCARPA, G. M.; MARRAS, G. F. Performance of castor (*Ricinus communis* L.) cultivars in Italy. **Industrial Crops and Products**, Elsevier, v. 7, p. 91-93, 1996. Disponível em:  
<<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 06 de mar. 2006.

LIMA, E. F.; SANTOS J. W. dos. Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre características agronômicas da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 147-150. maio-ago., 1998.

LINS, E. de C. **Efeito da ordem de racemo nas características das sementes de mamona, *Ricinus communis* L.** 1976. 62f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

OPLINGER, E. S.; OELKE, E. A; KAMINSKI, A R.; COMBS, S. M.; DOLI, J. D; SCHULER, R. T. *Ricinus communis* L. **Field crops manual**, Purdue, 1997. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/castor.html>>. Acesso em: 12 de mar. 2006.

SAVY FILHO, A. Mamona. **Centro de plantas graníferas/oleaginosas**. Campinas, SP: IAC, 2004. Disponível em: <<http://www.iac.gov.br>>. Acesso em: 19 set. 2004.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. de A.; CAMPANA, M. P.; PETTINELLI JUNIOR, A. Novo cultivar de mamona: IAC-226 (Tabary). **Bragantia**, Campinas, v. 49, n. 2, p. 269-280, 1990.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. de A.; CHIAVEGATO, E. J.; CAMARGO, C. E. de O.; CAMPO-DALL'ORTO F. A.; GODOY, I. J. de; FAZUOLI, L. C.; CARBONEL, S. A. M.; SIQUEIRA, W. J. **Descritores mínimos para o registro institucional de cultivares: Mamona**. Campinas: IAC, 1999. 7p. (Documentos IAC, 61).

SEVERINO, L. S.; MILANI, M; MORAES, C. R. de A.; GODIM, T. M. de S.; CARDOSO, G. D. Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 188-194, 2006.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

TÁVORA, F. J. A. F.; ALVES, J. F.; QUEIROZ, G. M. de; PINHO, J. L. N. Comportamento de cultivares de mamona, *Ricinus communis* L., em cinco municípios do Estado do Ceará. **Rev.Ciê. agron.**, Fortaleza, v. 4, n. ½, p.73-78, 1974.

TÁVORA, F. J. A. F.; BARBOSA FILHO, M. Antecipação de plantio, com irrigação suplementar, no crescimento e produção da mandioca. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 29, n. 12, p.1915-1926, dez. 1994.

TÁVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O.; SILVA, F. P. da; BARBOSA FILHO, M. Consorciação da mamona com culturas anuais de ciclo curto. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 19, n. 2, p. 85-94, dez.,1988.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual de interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema para análises estatísticas, SAEG V- 5.0**. Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, MG, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC/CCA, 1993. 248p.

VIJAYA KUMAR, P.; RAMAKRISHNA, Y. S.; RAMANA RAO, B. V.; VICTOR, U. S.; SRIVASTAVA, N. N.; SUBBA RAO, A. V. M. Influence of moisture, thermal and photoperiodic regimes on the productivity of castor beans (*Ricinus communis* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, Hyderabad, v. 88, p. 279-289, 1997. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 23 de abr. 2006.

VIJAYA KUMAR, P.; SRIVASTAVA, N. N.; VICTOR, U. S.; GANGADHAR RAO, D.; SUBBA RAO, A. V. M.; RAMAKRISHNA, Y. S.; RAMANA RAO, B. V. Radiation and water use efficiencies of rainfed castor beans (*Ricinus communis* L.) in relation to different weather parameters. **Agr. and Forest Meteorology**, Hyderabad: Elsevier, v. 81, p. 241-253, 1996. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 22 de abr. 2006.

WEISS, E. A. **Castor, Sesame and Safflower**. London: Leonard Hill Books, 1971.

## CAPÍTULO 4

### **Espaçamento e época de plantio da mamoneira. I – Efeito nos componentes de produção**

#### **RESUMO**

O sistema de produção da mamoneira necessita de ajustes capazes de promover melhorias aos componentes de produção. A escolha do espaçamento e da época de plantio adequados são passos tecnológicos básicos, que podem favorecer uma maior produção de grãos por planta pelo surgimento de mais racemos por planta com maior tamanho e número de frutos. Assim, o trabalho foi implantado com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes espaçamentos e da época de plantio sobre os componentes de produção da mamoneira. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Vale do Curu, no município de Pentecoste - Ceará - Brasil. O solo foi preparado e adubado convencionalmente. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com doze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2 x 3 x 2, sendo 2 cultivares (BRS 149 Nordestina e Mirante 10); 3 espaçamentos (1,5 m x 1,5 m; 2,0 m x 2,0 m e 2,5 m x 2,5 m) e 2 épocas de plantio. Constatou-se que o espaçamento e a época de plantio afetaram a produção e o número de racemos por planta. O número de frutos por racemo reduziu com o plantio de sequeiro. A cv. BRS 149 Nordestina apresentou maior massa e teor de óleo das sementes. Em média sob condições irrigadas a massa das sementes aumentou, independente do espaçamento ou da cultivar utilizada. A antecipação do plantio associada à irrigação reduziu o teor de óleo das sementes. A produção de grãos por planta é altamente correlacionada com o número de racemos por planta, e a massa do racemo está estreitamente relacionada com o número de frutos por racemo.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., manejo cultural, irrigação.

## Spacing and time of sowing in the castor bean. I - Effect on production components

### ABSTRACT

The technology of castor bean production needs adjustments in order to promote changes in the yield components. The correct choice of plant population and spacing as well as the time of planting are basic technological steps that can increase the grain yield per plant, racemes per plant and the number of fruits per raceme. The present study had the objective of evaluating the effect of different spacing and time of planting, on the yield components of castor bean. The experiment was carried out at the experimental farm of the Universidade Federal do Ceará, at Pentecoste, Ceará, Brazil. Standard cultural practices of soil preparation and fertilization were used. The experimental design was a factorial experiment (2x3x2) arranged in a randomized blocks with 12 treatments and four replications. The treatment factors were the combination of 2 variety (BRS 149 Nordestina and Mirante 10); 3 plant spacing (1,5 m x 1,5 m; 2,0 m x 2,0 m and 2,5 m x 2,5 m) and 2 sowing times associated with and without irrigation. Plant spacing and the time of sowing affected the yield per plant and the number of racemes per plant. The number of fruits per raceme was reduced under rain fed conditions as compared with the treatment with supplemental irrigation. The cv. "BRS 149 Nordestina" presented greater seed weight and oil content of the seeds. Under irrigated conditions the weight of the seeds increased, independent of the spacing or the cultivar used. The early planting associated with the irrigation reduced the oil content of the seeds. High positive correlation was found between grain yield per plant and number of the racemes per plant. The weight of the racemes was positively correlated with the number of fruits per raceme.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., crop management, irrigation.



## 1 INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família *Euphorbiaceae* Jussieu, a qual contém cerca de 290 gêneros e aproximadamente 7.500 espécies. Os termos *Ricinus* e *communis* derivam do latim e significam, respectivamente, carrapato e comum, em virtude da semelhança de suas sementes com a forma animal, pertencente ao grupo dos ácaros, ***Ixodes ricinus*** e ***Dermacentor occidentalis*** (RODRIGUES; OLIVEIRA; FONSECA, 2002). Não existem informações precisas sobre a época de sua introdução no Brasil, mas a maioria dos autores acredita que a mamoneira tenha sido introduzida no país pelos colonizadores portugueses, no primeiro século do descobrimento (HEMERLY, 1981; VASCONCELOS, 1990). No Brasil a planta se aclimatou extraordinariamente, sendo encontrada vegetando em estado subespontâneo em quase todo o território nacional (GONÇALVES; BENDEZÚ; LELES, 1981).

Do ponto de vista industrial o óleo é o seu principal produto. É um dos mais versáteis da natureza, de utilidade só comparável a do petróleo, com a vantagem de ser renovável. Embora impróprio para o consumo humano, é a matéria-prima para mais de quatrocentos produtos, sendo usado nas indústrias farmacêutica, cosmética, alimentícia, de revestimentos protetores, vernizes e tintas, ceras impermeabilizantes, de lubrificantes e outras (AZZINI et al., 1981; VIJAYA KUMAR et al., 1997; AZEVEDO et al., 1998; AMARAL, 2003). Santos e Kouri (2006) ressaltam que no mercado internacional o óleo é o principal produto comercializado, sendo consumido em todos os países do mundo, e em maior escala nos mais industrializados, sendo a indústria ricinoquímica a maior consumidora. A singularidade do óleo de mamona dá-se em virtude de sua composição quase que exclusiva, cerca de 90%, do ácido graxo ricinoléico, que lhe confere inúmeras aplicações, inclusive como fonte alternativa de combustível na fabricação de biodiesel, o que reveste a cultura de grande importância econômica, estratégica e ambiental (FREIRE, 2001; LANGE et al. 2005).

Cumprе ressaltar que a produtividade da mamoneira depende de importantes componentes de produção como o número de racemos por planta, número de frutos por racemo e massa de mil sementes. Sob condições naturais, a mamoneira pode produzir muitos racemos dependendo do número de ramificações

laterais que se desenvolvem progressivamente com o avanço do ciclo fenológico. Contudo, modernamente existe uma tendência, de se trabalhar com cultivares com poucas ramificações, e que produzam no máximo 3 racemos para facilitar a colheita mecânica (KOUTROUBAS; PAPAKOSTA; DOITSINIS, 1999). Dentre os racemos, o primário é o maior de todos e o que possui a maior quantidade de frutos. De um modo geral os racemos apresentam conformação cônica ou cilíndrica, comprimento entre 10 e 80 cm, e número de frutos variando entre 15 e 80 dependendo do ambiente, cultivar ou da ordem considerada. Entretanto, como há grande variação na distância entre os frutos no racemo, não existe correlação entre o comprimento e o número de frutos do cacho (TÁVORA, 1982).

A região Nordeste é responsável por mais de 90% da produção nacional, e o Estado da Bahia é o maior produtor brasileiro, com uma área colhida de 182.459 ha e produção de 132.324 toneladas na safra de 2005, em segundo lugar em produção e área colhida está o Ceará (IBGE, 2006a). No cultivo da mamoneira as irregularidades das chuvas em várias regiões produtoras, aliada aos períodos de estiagem durante a época chuvosa, têm prejudicado essa cultura e a maior evidência disso são as baixas produtividades obtidas, cerca de 600 kg ha<sup>-1</sup> a média mundial e 722 kg ha<sup>-1</sup> a média brasileira (SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000; IBGE, 2006b). Desse modo, para minimizar problemas decorrentes da falta de água e garantir produtividades mais elevadas, a adoção da tecnologia de irrigação passa a ser uma excelente alternativa, que pode propiciar estabilidade da produção agrícola no período chuvoso e, garantir o cultivo na época da seca.

Na conjuntura atual em que a mamoneira desponta como uma opção viável para o processo de produção de matéria-prima para o biodiesel, a irrigação pode contribuir, em muito, para o agronegócio da mamona, garantindo empregos e divisas para o país (BARRETO; AMARAL, 2004). Apesar disso, Lima et al. (2004) salientam que ainda não foram realizados até o momento estudos com relação à eficiência do uso de água pela cultura. Hemerly, (1981) afirma que a falta de água no solo, mesmo que na fase de maturação dos frutos, implica em sementes com baixo peso e teor de óleo. Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) constaram que quando comparada às condições de sequeiro a irrigação foi eficiente no aumento da massa de sementes que também continham maior teor de óleo. Laureti et al. (1998) também verificaram que o teor de óleo das sementes foi afetado positivamente pela irrigação, tendo sido obtidos valores médios de até 49,3% de óleo na semente.

Além da irrigação o espaçamento e a densidade de plantio também podem afetar os componentes de produção da mamoneira. Dias et al. (2006) testaram quatro densidades populacionais e quatro lâminas de irrigação na mamoneira, e verificaram que o rendimento do racemo secundário foi fortemente desfavorecido nas duas menores quantidades de água aplicadas, o que contribuiu com a redução do rendimento total.

São poucos os trabalhos testando diferentes espaçamentos para a cultura da mamona, ocorrendo informações generalizadas para determinado local, cultivar e classe de solo, havendo relatos de populações de plantas que variam de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup> em cultivos consorciados com cultivares de porte médio e alto até mais de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> em monocultivo, colheita mecanizada e utilização de cultivares de porte anão (Vijaya Kumar et al., 1996). Azevedo et al. (1997a) encontraram maiores valores para o comprimento do racemo, número de fruto por racemo e número de racemos por planta, em espaçamentos mais largos. Mesmo assim, os maiores rendimentos foram obtidos nos espaçamentos mais adensados, e a população de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup> foi a que conferiu a maior produtividade de grãos.

Távora et al. (1974), testaram cinco populações de plantas da cultivar de mamona IAC 38, em três municípios do Estado do Ceará, e verificaram que a densidade de plantio não afetou significativamente a produtividade de grãos e a percentagem de óleo das sementes.

Gondim et al. (2004) avaliaram três espaçamentos e três densidades de plantio, de dois genótipos de mamoneira cultivados em regime de irrigação e verificaram que o adensamento de plantio não afetou significativamente a produtividade e os componentes de produção. Apesar disso, houve uma tendência de redução no número de racemos por planta com o aumento da população de ambos os genótipos, o que foi compensada pelo maior número de plantas por área.

Diante do exposto, o trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes espaçamentos e da época de plantio associada ou não a irrigação, sobre os componentes de produção da mamoneira.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido entre os meses de fevereiro e dezembro de 2005 em área pertencente à Fazenda Experimental do Vale do Curu - FEVC, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste - CE.

O município de Pentecoste está localizado geograficamente na Microrregião do Médio Curu do Estado do Ceará, com coordenadas de 6°47'34" de latitude sul e a 39°16'13" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich, a uma altitude média de 60 metros (BRASIL, 1973).

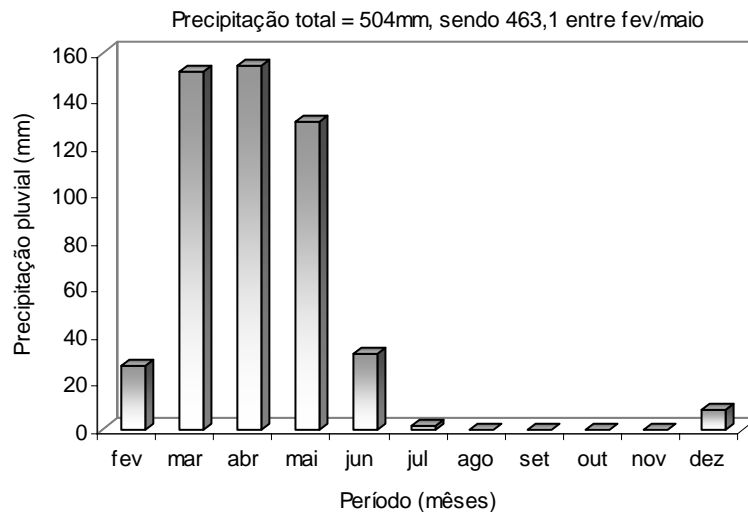
#### **2.1.1 Clima**

A classificação climática da região segundo Köppen é do tipo Aw': tropical chuvoso com cinco a oito meses secos. As temperaturas médias anuais variam de 22°C a 24°C, no período mais frio que ocorre entre junho e julho, a 28°C no período mais quente que vai de setembro a dezembro. Apresenta umidade relativa do ar média de 74% ao longo do ano (BRASIL, 1973).

A precipitação média anual varia de 600 mm a 1.100 mm com estação chuvosa concentrada entre os meses de janeiro e abril, onde ocorre mais de 70% dessa precipitação. O período crítico de deficiência hídrica vai de meados de julho a janeiro com demanda atmosférica superior as reservas de armazenamento de água do solo (BRASIL, 1973).

Na Figura 1 são apresentados graficamente os dados climáticos da precipitação pluvial, registrados na Estação Agrometeorológica da Fazenda Experimental Vale do Curu, durante o período de condução do experimento.

A precipitação acumulada no período de condução do ensaio foi de 504 mm para o período compreendido entre o primeiro plantio e a última colheita. Todavia, a distribuição dessa precipitação foi irregular e 91,88% do total de chuvas ocorreu entre os meses de fevereiro e maio.



**Figura 1.** Médias mensais da precipitação pluviométrica, registrada durante a condução do experimento no período de 19/02 a 18/12 de 2005 na Fazenda Experimental Vale do Curu - CCA/UFC. Pentecoste – CE, 2005.

### 2.1.2 Solo

Na área experimental o solo predominante pertence à classe dos NEOSSOLOS FLÚVICOS, anteriormente classificados como Aluviais Eutróficos (EMBRAPA SOLOS, 1999). Estes solos são formados a partir de deposições fluviais ao longo dos cursos de água, e são terraços tipicamente planos, apresentando lençol freático elevado e drenagem insuficiente.

Antes do plantio coletou-se uma amostra composta de solo na área experimental na profundidade de 0-30 cm para caracterizá-lo química e fisicamente. A amostra de solo foi enviada ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, e analisada segundo procedimentos descritos pela Embrapa Solos (1997). Os resultados das análises físicas e químicas com teores dos elementos minerais interpretados segundo Tomé Júnior (1997) são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Características físico-hídricas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2005.

Características físicas	Profundidades de coleta (cm)	
	0-30	
Areia grossa (%)	19	
Areia fina (%)	55	
Silte (%)	21	
Argila (%)	5	
Classificação textural	Franco arenosa	
Argila dispersa (g kg <sup>-1</sup> )	80,18	
Densidade do solo (kg m <sup>-3</sup> )	1,37	
Porosidade total (m <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,28	
C. de Campo 0,01 MPa (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	15,30	
P. de Murcha 1,50 MPa (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	5,50	

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

**Tabela 2.** Características químicas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2005.

Características químicas	Profundidades de coleta (cm)	
	0-30	Caracterização
pH em água (1:2,5)	7,4	-
P (mg dm <sup>-3</sup> )	60	Alto
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	168	Alto
Na <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	39	-
Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0	-
Ca <sup>+2</sup> + (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,0	Médio
Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,8	Alto

Análise realizada no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC. P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>: Extr. Mehlich 1; H<sup>+</sup>+Al<sup>+3</sup>: Extr. Acet. de Ca<sup>+2</sup> 0,5M pH 7; Al<sup>+3</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>: Extr. KCl 1M.

## 2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 12 tratamentos em esquema fatorial 2 x 3 x 2 com quatro repetições, sendo os fatores

duas cultivares de mamona (BRS 149 Nordestina e Mirante 10); três espaçamentos (1,5 m x 1,5 m; 2,0 m x 2,0 m; 2,5 m x 2,5 m) e duas épocas de plantio (19 de fevereiro em regime de irrigação e 04 abril de 2005 sob sequeiro).

Desse modo, o experimento foi composto por 48 unidades experimentais espaçadas em 2 metros. A área de cada parcela variou com o espaçamento utilizado e a área total do experimento foi de 5.848 m<sup>2</sup>. Cada parcela continha três fileiras de plantas e os dados foram coletados na fileira central que foi selecionada como útil, após o descarte da planta existente na primeira cova das extremidades da fileira. Foram instalados seis tratamentos em fevereiro de 2005 em regime de irrigação, uma vez que a estação chuvosa ainda não havia se estabelecido e mais seis tratamentos em abril sob condições dependentes de chuvas (sequeiro).

### 2.3 Adubação utilizada

De posse dos resultados da análise química do solo realizaram-se os cálculos de adubação para a cultura da mamona conforme Universidade Federal do Ceará (1993). As quantidades de nutrientes minerais recomendadas foram as seguintes: 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 30 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 10 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

A adubação foi realizada de modo convencional em covas, e por ocasião do plantio aplicou-se em fundação todo o fósforo e potássio recomendado, enquanto a aplicação do nitrogênio foi parcelada em três vezes, 1/3 em fundação e 2/3 em cobertura aos 30 e 60 dias após o plantio (Figura 2).

### 2.4 Manejo da irrigação

A aplicação da água foi feita pelo método de irrigação localizada utilizando-se um sistema de microaspersão e um turno de rega de dois dias. A lâmina de água fornecida a cultura *Li*, foi calculada com base na evaporação do tanque classe "A" *ECA* medida em milímetros, no coeficiente de tanque *Kp*, no coeficiente de cultura *Kc* e no coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação *CUD*, a partir da expressão 1.

$$Li = \frac{Kp \times kc \times ECA}{CUD} \quad (1)$$



**Figura 2.** Adubação de cobertura da mamoneira aos 30 dias após o plantio. Pentecoste – CE, 2005.

Durante o ciclo cultural foram utilizados diferentes coeficientes de cultivo, a saber: 0,90 para o período compreendido entre o plantio e o início da floração; 1,15 entre a floração e o início da maturação dos racemos, e 0,5 durante a colheita; já o coeficiente de tanque utilizado foi de 0,75, conforme recomendações de Dorenbos e Pruitt (1997).

A determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação **CUD**, foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), segundo a qual se realiza a medição da vazão de quatro emissores em quatro linhas laterais de irrigação distribuídas ao longo das unidades experimentais. Para a medição da vazão foram selecionadas a primeira linha lateral, e as linhas situadas a 1/3, 2/3 e a última linha em relação a linha de derivação. Dentro de cada linha lateral os quatro emissores foram selecionados utilizando-se o mesmo critério. De posse dos valores das vazões, medidos em cada emissor calculou-se o **CUD** do sistema de irrigação, que foi de 87,75 %, utilizando-se a expressão 2.

$$CUD = \frac{\text{Média de } \frac{1}{4} \text{ das menores vazões}}{\text{Média de todas as vazões coletadas}} \quad (2)$$



O cabeçal de controle foi composto por uma eletrobomba com potência de 1,5 cv, de um filtro de disco e por um manômetro para verificação da pressão de funcionamento do sistema. A tubulação principal possuía diâmetro nominal de 50 mm, a tubulação de distribuição de água e as linhas laterais do sistema de irrigação eram de 50 mm e 16 mm, respectivamente. As linhas laterais possuíam 15,0 m de comprimento e continham de cinco a sete microaspersores dependendo do tamanho da parcela. Nas unidades experimentais foram instaladas duas linhas laterais de irrigação responsáveis pela irrigação de três fileiras de plantas. A vazão média dos emissores foi de  $58,68 \text{ L h}^{-1}$ , trabalhando a uma pressão de serviço de 17 mca.

Cada parcela possuía uma válvula de fechamento rápido para facilitar o controle da irrigação, visto que o tempo de irrigação variou com o espaçamento. O tempo de irrigação foi calculado com base na lâmina de água necessária, na área da parcela, no número de microaspersores por parcela e na vazão média dos emissores. A água utilizada na irrigação foi proveniente de um canal secundário da Fazenda Experimental que é abastecido pela água proveniente do açude General Sampaio.

A irrigação foi a mesma para os tratamentos implantados em 19 de fevereiro de 2005, e a quantidade mensal de água aplicada a mamoneira via irrigação, bem como, aquela disponibilizada pela precipitação pluvial durante o período em que a cultura foi irrigada podem ser observadas na Tabela 3.

## **2.5 Semeadura e tratos culturais**

A semeadura foi realizada em duas etapas, a primeira delas ocorreu no dia 19 de fevereiro de 2005, quando foram implantados os tratamentos irrigados, e a segunda no dia 04 de abril de 2005 em condições dependentes de chuvas.

As cultivares utilizadas foram a “BRS 149 Nordestina” e a “Mirante 10”. A cultivar Nordestina possui porte médio, caule com coloração verde ceroso e nodoso, racemo de forma cônica e sementes de coloração preta (Figura 3). A floração ocorre em torno de 50 dias após a emergência das plântulas, e o ciclo é de 250 dias em média. O teor de óleo das sementes é de 49%. Produz, em média,  $1.500 \text{ kg ha}^{-1}$ , em condições de sequeiro, e  $5.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , em regime de irrigação (CARVALHO, 2005).

**Tabela 3.** Consumo hídrico e período de irrigação da mamoneira, nos tratamentos implantados na primeira época de semeadura. Pentecoste – CE. 2005.

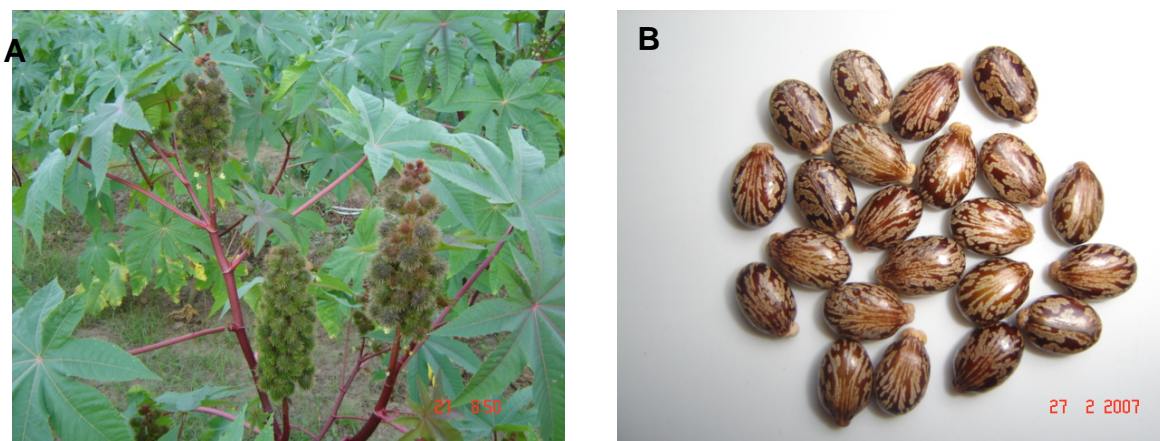
Período	Pluviosidade (mm)	Irrigação (mm)	Pluviosidade+Irrigação
19.02 a 28.02	26,6	70,0	96,6
01.03 a 31.03	152,0	80,0	232,0
01.04 a 30.04	154,0	84,0	238,0
01.05 a 31.05	130,5	79,0	209,5
01.06 a 30.06	31,7	81,0	112,7
01.07 a 31.07	1,2	107,0	108,2
01.08 a 31.08	-	203,0	203,0
01.09 a 19.09	-	123,0	123,0
01.10 a 31.10	-	-	-
01.11 a 31.11	-	182,0	182,0
01.12 a 05.12	-	28,0	28,0
<b>Total</b>	<b>496,0</b>	<b>1.037,0</b>	<b>1.533,0</b>



**Figura 3.** Cultivar “BRS 149 Nordestina” na fase vegetativa (A) e em plena produção (B). Pentecoste – CE, 2005.

A cultivar “Mirante 10”, possui porte normal com altura de inserção do primeiro racemo variando de 30-60 cm, com 7 a 9 internódios. O caule possui coloração vermelha, sem cera e aspecto nodoso. Apresenta ramificações do tipo taça e folhas com nervuras avermelhadas. Os frutos quando imaturos, são verdes claros com ausência de cera e indeiscentes, as sementes são marrons com

mosqueados característicos (Figura 4). Os racemos são pequenos e cilíndricos, com comprimento em torno de 40 cm. A floração ocorre em torno de 38 dias após a emergência das plântulas, e em média o período entre a emergência e a colheita do primeiro racemo é de 110 dias. O teor de óleo das sementes é em média 53% e a produtividade média gira em torno de 1.600 kg ha<sup>-1</sup> (CULTIVAR, 2005).



**Figura 4.** Cultivar “Mirante 10” com racemos primário e secundário (A) e suas sementes (B). Pentecoste – CE, 2005.

O solo foi preparado convencionalmente cerca de 20 dias antes do plantio com uma aração profunda e uma gradagem niveladora. O plantio foi feito semeando-se de três a quatro sementes por cova seguindo-se os espaçamentos pré-estabelecidos. Aos 20 dias após a germinação procedeu-se ao desbaste cortando-se as plantas rente ao solo, permanecendo apenas uma planta por cova. Cada parcela possuía três fileiras de plantas com 15 metros de comprimento e a coleta dos dados foi realizada em quatro plantas na fileira central de cada parcela.

Não houve necessidade de controle fitossanitário durante a condução do experimento. Sempre que necessário realizou-se o controle das plantas daninhas através de capinas manuais com enxadas (Figura 5).

## 2.6 Colheita e beneficiamento

Foram feitas várias colheitas ao longo do ciclo da cultura utilizando-se um alicate de poda e sacos de papel. Os racemos foram colhidos quando 2/3 dos frutos estavam maduros, em seguida foram identificados, separados por tratamento e

repetição, e colocados para completar a secagem em casa de vegetação por um período de até 20 dias (Figura 6).

Depois da secagem os racemos foram contados e pesados separadamente para cada tratamento, repetição e ordem. O beneficiamento dos frutos foi feito de forma manual após serem separados da raque.



**Figura 5.** Realização de capina para o controle de plantas daninhas. Pentecoste – CE, 2005.



**Figura 6.** Colheita (A) e secagem dos racemos (B). Pentecoste – CE, 2005.

## **2.7 Características avaliadas**

### **2.7.1 Número de racemos por planta e número de frutos por racemo**

Determinou-se o número médio de racemos por planta mediante a divisão do número total de racemos colhidos em cada parcela pela quantidade de plantas úteis. Na obtenção do número de frutos por racemos foram considerados aqueles de até terceira ordem, dividindo-se o número total de frutos pela quantidade de racemos produzidos.

### **2.7.2 Produção de grãos por planta**

Determinada pela relação entre a produtividade total de grãos da parcela em quilogramas e o número de plantas úteis.

### **2.7.3 Massa e comprimento do racemo**

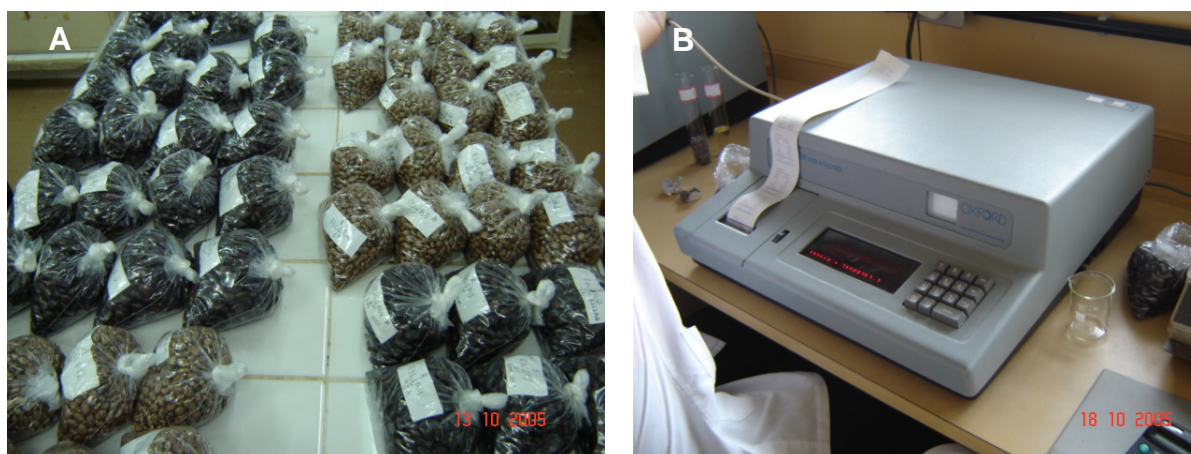
A massa do racemo em gramas foi obtida pelo quociente entre a massa total dos racemos de cada parcela e o número de racemos produzidos. Vale ressaltar que este componente de produção foi mensurado, após o período de secagem natural ao sol que os racemos foram submetidos depois da colheita (Figura 6B).

Para determinação do comprimento efetivo do racemo, foram considerados apenas aqueles de até terceira ordem em cada tratamento, as medições foram tomadas na região da raque provida de frutos, utilizando-se para tanto uma régua graduada em centímetros.

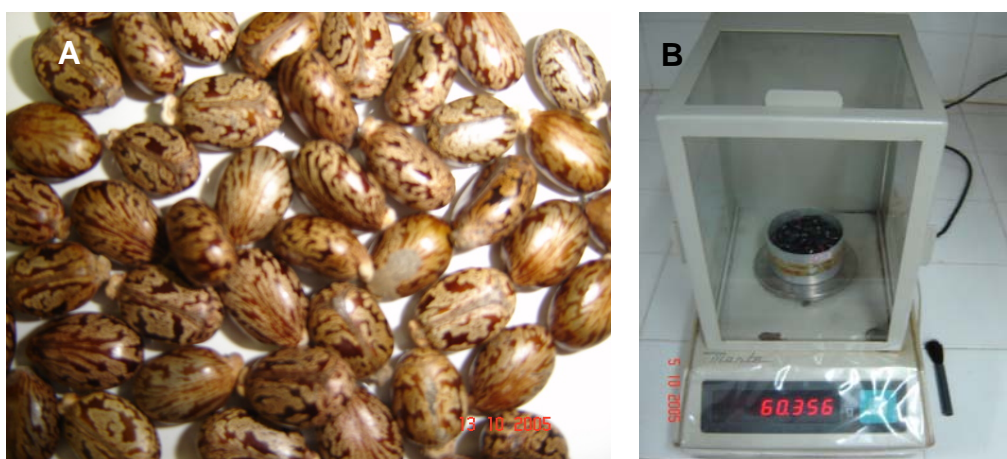
### **2.7.4 Teor de óleo e massa de mil sementes**

Após beneficiamento e pesagem, foram tomadas amostras de sementes segundo cada tratamento, as quais foram identificadas e acondicionadas em sacos

plásticos (Figura 7A), para em seguida serem encaminhadas ao Laboratório da Embrapa Algodão em Campina Grande – PB, onde se determinou o teor de óleo nas sementes com umidade corrigida para 10%, por Ressonância Magnética Nuclear **RMN** (Figura 7B), seguindo-se os procedimentos analíticos descritos em Oxford Instruments (1995). A massa de mil sementes foi determinada de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992), utilizando-se uma balança digital com precisão de três casas decimais (Figura 8).



**Figura 7.** Amostras de sementes identificadas para determinação do teor de óleo (A). Aparelho de Ressonância Magnética Nuclear **RMN** utilizado para determinar o teor de óleo nas sementes (B). Pentecoste – CE, 2005.



**Figura 8.** Contagem (A) e pesagem (B) das sementes para determinação da massa de mil sementes da mamoneira. Pentecoste – CE, 2005.

## 2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Bartlett para verificação da homogeneidade das variâncias e em seguida procedeu-se à análise da variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo na análise da variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional para análises estatísticas SAEG v. 5.0 da Fundação Arthur Bernardes da Universidade Federal de Viçosa (1993).

Utilizando-se este mesmo programa, fez-se o estudo das correlações entre as características agronômicas da mamoneira, com o intuito de se determinar o grau de relação entre as variáveis dependentes através do cálculo dos coeficientes de correlação, cuja significância foi verificada pelo Teste t, em nível de 1% e 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Número de racemos por planta e número de frutos por racemo

O resumo das análises das variâncias para os dados do número de racemos por planta e para o número de frutos por racemo pode ser observado na Tabela 4. Para o número de racemos por planta, houve efeito significativo para os fatores cultivar (C), espaçamento (E) e época de plantio (P) em nível de 1% de probabilidade pelo teste F. As interações cultivar x época de plantio e espaçamento x época de plantio também foram significativas a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelo teste F, o que indica dependência entre os fatores de cada interação (Tabela 4).

Com relação ao número de frutos por racemo verificou-se efeito significativo para os efeitos principais cultivar (C), espaçamento (E) e época de plantio (P), bem como para a interação cultivar x época de plantio, pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ), conforme Tabela 4.

**Tabela 4.** Resumo das análises das variâncias para os dados de número de racemos por planta e para o número de frutos por racemo. Pentecoste - CE, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Nº de racemos por planta	Número de frutos por racemo
Cultivar (C)	1	322,92 **	3002,95 **
Espaçamento (E)	2	1286,58 **	160,54 **
Época (P)	1	5600,88 **	914,72 **
Interação C x E	2	82,50 ns	17,87 ns
Interação C x P	1	136,68 *	2395,88 **
Interação E x P	2	431,09 **	10,59 ns
Interação C x E x P	2	74,49 ns	21,53 ns
Bloco	3	134,69 *	28,36 ns
Resíduo	33	33,05	28,84
Total	47	-	-
<b>CV (%)</b>	-	<b>26,33</b>	<b>11,19</b>

(\*\*, \*), significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, (ns), não significativo pelo teste F.



O desdobramento em teste de médias das interações duplas significativas para o componente de produção número de racemos por planta pode ser observado na Tabela 5. Estudando-se o efeito dos espaçamentos dentro de cada época de plantio, constatou-se que na época 1 a semeadura no espaçamento menos adensado (2,5 m entre fileiras de plantas), favoreceu ao surgimento de um maior número de racemos por planta, com valor médio de 47,56 racemos por planta, superando estatisticamente aqueles obtidos nos demais espaçamentos que foram de 30,90 e 19,44 racemos por planta, nos espaçamentos de 2,0 m e 1,5 m, respectivamente, que também diferiram estatisticamente entre si. Na segunda época de semeadura em condições de sequeiro (época 2), o comportamento desta característica foi semelhante, e o estreitamento do plantio concorreu para a produção de um menor número de racemos por planta (Tabela 5).

Desse modo, pode-se inferir que o número de racemos por planta aumenta na medida em que se aumenta o espaçamento entre as plantas e linhas de plantio, de modo que uma menor população de plantas por unidade de área é compensada por uma maior produção de racemos por planta. Tal comportamento pode ser explicado levando-se em conta a menor competição pelos fatores de produção entre as plantas de mamona, quando cada uma delas dispõe de mais espaço para explorar. Estes resultados são condizentes com informações de Azevedo et al. (1997b) ao registrarem maior quantidade de racemos por planta em mamoneiras da cultivar Sipeal 28, cultivadas em condições de baixa densidade populacional, e concluíram que o aumento da população reduziu o número de racemos por planta. Por outro lado Gondim et al. (2004) não constataram influência do espaçamento e da densidade de plantio na produção de racemos.

Vale lembrar que uma maior produção de racemos por planta não implica obrigatoriamente em maior produtividade de grãos, uma vez que outros fatores, tais como densidade, tamanho e número de frutos por racemos também influenciam a produtividade da cultura.

Analisando-se os efeitos das épocas de plantio dentro de cada espaçamento, percebeu-se que em todos os espaçamentos utilizados a antecipação da semeadura com o uso da irrigação na época 1, conferiu o maior número de racemos por planta em comparação com a época 2, com plantio tardio e plantas cultivadas em regime de sequeiro (Tabela 5). Com isto, pode-se inferir que a antecipação do plantio para fevereiro possibilitada pelo uso da irrigação na primeira

época de plantio, contribuiu sobremaneira para a obtenção de um maior número de racemos por planta em todos os espaçamentos. Tais resultados, são semelhantes aos obtidos por Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao verificarem que o efeito benéfico da irrigação se manifestou de forma acentuada no aumento do número de racemos por planta.

**Tabela 5.** Número de racemos por planta das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos (desdobramento das interações duplas). Pentecoste - CE, 2005.

Tratamento	Espaçamentos (m)			Cultivar	
	1,5	2,0	2,5	Nordestina	Mirante 10
	-----N° de racemo por planta-----				
Época 1	19,44 Ca	30,90 Ba	47,56 Aa	28,35 Ba	36,91 Aa
Época 2	7,06 Bb	11,31 ABb	14,72 Ab	10,12 Ab	11,94 Ab
DMS <small>Linha</small>		7,04			4,78
DMS <small>Coluna</small>		5,85			4,78

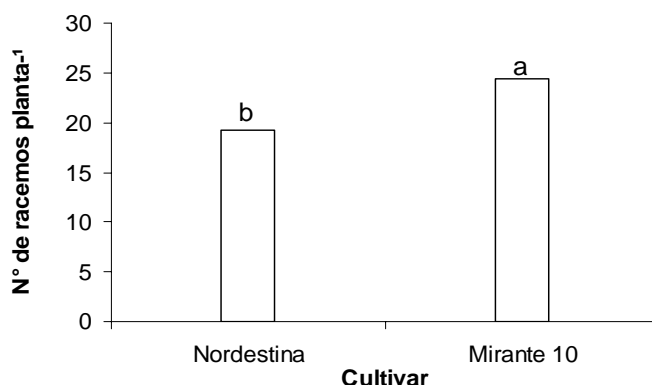
Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p= 0,05$ ).

Para a interação cultivar x época constatou-se mais uma vez, ao se estudar o efeito das épocas dentro de cada cultivar, que a época 1 foi aquela responsável pela produção de uma maior quantidade de racemos por planta para as duas cultivares estudadas. É importante ressaltar que as condições ambientais predominantes na primeira época de semeadura, aliadas ao uso da irrigação, bem como a maior estação de crescimento que as plantas foram submetidas, agiram de forma decisiva no aumento do número de racemos por planta, em comparação com a época 2, onde as plantas além de terem sido cultivadas sob regime de sequeiro, também tiveram uma menor estação de crescimento, em virtude do plantio tardio. A este respeito Paulo, Kasai e Savy Filho (1997) salientam que a época de plantio influencia a produção de racemos, havendo redução na quantidade quando ocorre atraso na semeadura.

Com relação ao efeito das cultivares dentro de cada época de plantio, verificou-se que na Época 1 a cv. “Mirante 10” que produziu em média 36,91 racemos por planta, superou estatisticamente a cultivar “BRS 149 Nordestina” cujo

valor médio foi de 28,35 racemos por planta (Tabela 5). Como a cultivar “Mirante 10” é mais precoce do que a cv. “BRS 149 Nordestina”, e em condições irrigadas possuiu um maior período reprodutivo, é possível que estes fatores tenham favorecido estes resultados. O que é condizente com informações de Vieira et al. (1998) que desenvolveram vários ensaios de competição de cultivares nas condições do Nordeste brasileiro, e verificaram que o número de racemos por planta variou significativamente com a cultivar de mamona testada. Por outro lado, na época 2, em regime de sequeiro as médias das cultivares não variaram estatisticamente entre si e o número de racemos por planta foi de 11,94 e 10,12 para as cultivares “Mirante 10” e “BRS 149 Nordestina” respectivamente (Tabela 5).

O número médio de racemos obtido com a cultivar “Mirante 10” independente do espaçamento e da época de plantio utilizada foi de 24,42 racemos planta<sup>-1</sup> contra 19,42 para a cv. “BRS 149 Nordestina” (Figura 9). Estes valores são muito superiores aos apresentados por Carvalho (2005) para a cultivar Nordestina que é de 5 a 7 racemos por planta. É provável que o manejo cultural aplicado, bem como, as condições ambientais predominantes durante a condução do experimento tenham contribuído com a obtenção destes resultados.



**Figura 9.** Número de racemos por planta para o efeito principal Cultivar. As letras diferentes nas colunas, indicam que as médias diferem estatisticamente entre si pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Pentecoste – CE, 2005.

O desdobramento da interação dupla significativa cultivar x época de plantio em teste de médias para a característica número de frutos por racemo, pode ser observado na Tabela 6. Quando se comparou as médias das cultivares dentro de cada época, constatou-se que na época 1, com a antecipação do plantio e sob

irrigação a cv. “Mirante 10” foi superior estatisticamente, e produziu racemos com maior número de frutos do que a cv. “BRS 149 Nordestina”, 67,32 e 42,77 frutos por racemo, respectivamente (Tabela 6). Este comportamento se repetiu na segunda época de plantio, muito embora o número de frutos por racemo tenha sido inferior aos observados na época 1 em ambas cultivares, mesmo assim o maior valor foi registrado com a cultivar “Mirante 10” (Tabela 6).

Estes resultados são consistentes, haja vista que a cultivar “Mirante 10”, possuiu frutos menores com pedúnculos curtos e racemos mais densos do que a cv. “BRS 149 Nordestina”. Entretanto, como salientam Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (1999) o número de frutos por racemo depende primordialmente do número de flores femininas, levando-se a crer que a cultivar “Mirante 10” também possui racemos com maior número de flores femininas.

Em média a cv. “BRS 149 Nordestina” produziu 40,07 frutos por racemo, que é semelhante ao valor mencionado por Carvalho (2005) ao reportar que esta cultivar produz em média 37 frutos por racemo.

**Tabela 6.** Número de frutos por racemo da mamoneira cultivada em diferentes épocas, desdobramento da interação cultivar x época de plantio. Pentecoste - CE, 2005.

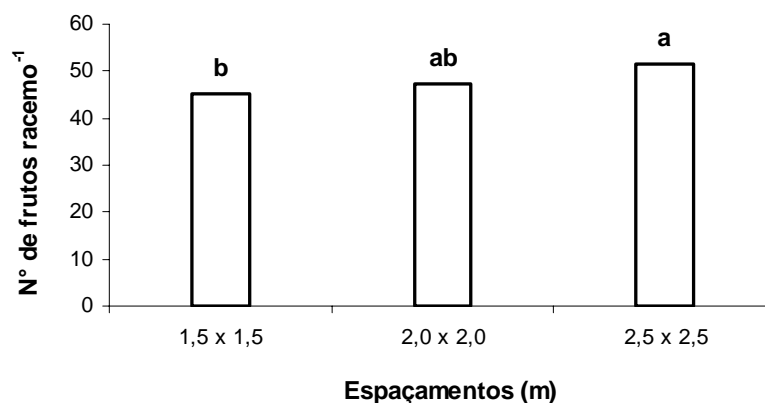
Tratamentos	Cultivar		Médias
	Nordestina	Mirante 10	
	-----N° de frutos por racemo (unid.)-----		
Época 1	42,77 Ba	67,32 Aa	<b>55,04 a</b>
Época 2	37,37 Bb	44,46 Ab	<b>40,91 b</b>
DMS <sub>Linha</sub>	4,46		-
DMS <sub>Coluna</sub>	4,46		3,15

Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).

Comparando-se o efeito das épocas dentro de cada cultivar, verificou-se que as condições de cultivo predominantes na primeira época de plantio, contribuíram de modo significativo com a obtenção de um elevado número de frutos por racemo nas duas cultivares (Tabela 6). Tal fato, pode indicar que a irrigação associada a antecipação do plantio propiciam benefícios a este componente de produção da mamoneira. Távora e Barbosa Filho (1994) trabalhando com antecipação do plantio e irrigação suplementar na cultura da mandioca, que assim

como a mamoneira é uma *Euphorbiaceae* de crescimento indeterminado, também obtiveram resultados satisfatórios quanto aos componentes de produção.

Na comparação entre as médias do efeito principal espaçamento, observou-se que a maior produção de frutos por racemo ocorreu com o plantio da mamoneira no espaçamento mais aberto com média de 51,41 frutos por racemo. Este valor diferiu estatisticamente daquele obtido com o plantio no espaçamento de 1,5 m que foi de 45,16 frutos racemo<sup>-1</sup>, que por sua vez não divergiu do valor médio verificado com o semeio no espaçamento intermediário de 2,0 m (47,37 frutos racemo<sup>-1</sup>), Figura 10. Corrêa (2005) também não verificou diferença estatística para o número de frutos por racemo da cultivar “BRS 149 Nordestina”, semeada nos espaçamentos de 1,5 m e 2,0 m entre fileiras de plantas.



**Figura 10.** Número médio de frutos por racemo para o efeito principal espaçamento (dms= 4,65). As letras diferentes nas colunas indicam que as médias diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p= 0,05$ ). Pentecoste – CE, 2005.

De um modo geral, pode-se afirmar que em condições de baixa densidade populacional a mamoneira produz racemos com maior número de frutos, e que tal fato pode acontecer em virtude da reduzida competição entre as plantas de mamona, e possivelmente dentro de uma mesma planta, em comparação com a semeadura em densidades mais elevadas, como é o caso do plantio no espaçamento de 1,5 m. O que corrobora com informações de Azevedo et al. (1997b), quando verificaram que o aumento da população de plantas reduziu o número de bagas por cacho. Mas, difere de resultados obtidos por Azevedo et al.

(1998) que não encontraram diferença estatística para o número de frutos por racemo com a alteração na densidade populacional da mamoneira.

### 3.2 Produção de grãos por planta

Pelo resumo da análise da variância para a característica produção de grãos por planta, percebe-se que houve diferença estatística para os efeitos principais espaçamento (E) e época de plantio (P), e para a interação E x P, revelando dependência entre estes fatores segundo o teste F a 1% de probabilidade (Tabela 7).

**Tabela 7.** Resumo da análise da variância para os dados de produção de grãos por planta das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes espaçamentos e épocas. Pentecoste - CE, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio
		Produção de grãos por planta
Cultivar (C)	1	39388,02 ns
Espaçamento (E)	2	1596814,85 **
Época (P)	1	6089737,68 **
Interação C x E	2	49947,47 ns
Interação C x P	1	7575,18 ns
Interação E x P	2	476602,66 **
Interação C x E x P	2	44109,91 ns
Bloco	3	177547,09 **
Resíduo	33	29267,53
Total	47	-
<b>CV (%)</b>	-	<b>21,85</b>

(\*\*), significativo a 1% de probabilidade, (ns), não significativo pelo teste F.

Os valores médios da produção de grãos por planta para a interação entre os fatores espaçamento e época de plantio podem ser observados na Tabela 8. Para o efeito dos espaçamentos dentro de cada época de semeadura, constatou-se diferença significativa entre as médias dos tratamentos. Na época 1 a maior produção de grãos foi obtida com o plantio no espaçamento de 2,5 metros (1.631,7 g

planta<sup>-1</sup>), valor superior estatisticamente aos registrados nos demais espaçamentos. Por outro lado, a menor média foi verificada com o plantio adensado no espaçamento de 1,5 m, cujo valor foi de 654,87 g planta<sup>-1</sup> (Tabela 8).

Na segunda época de semeadura onde as plantas foram cultivadas em condições de sequeiro, o espaçamento mais aberto também concorreu para uma maior produção de grãos por planta. O valor médio registrado de 569,40 gramas foi superior estatisticamente aquele obtido com o plantio em fileiras espaçadas em 1,5 m (282,69 gramas) o qual não diferiu da produção de grãos verificada no espaçamento intermediário de 2,0 m, que foi de 428,15 g (Tabela 8).

**Tabela 8.** Produção de grãos por planta das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos (desdobramento da interação espaçamento x época). Pentecoste - CE, 2005.

Tratamentos	Espaçamento			Médias
	1,5 m	2,0 m	2,5 m	
	-----Produtividade por planta (g)-----			
Época 1	654,87 Ca	1.130,75 Ba	1.631,75 Aa	<b>1.139,12 a</b>
Época 2	282,69 Bb	428,15 ABb	569,40 Ab	<b>426,75 b</b>
DMS <sub>Linha</sub>		209,60		-
DMS <sub>Coluna</sub>		174,14		100,54

Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p= 0,05$ ).

Diante desses resultados, supõe-se que a produção por planta reduz na medida em que se diminui o espaçamento. Isto se deve, provavelmente, pelo fato de a competição pelo substrato ecológico se acentuar com o aumento do número de plantas por unidade de área. O que é semelhante aos resultados obtidos por Azevedo et al. (1997b) ao constatarem que os componentes de produção da mamoneira são afetados negativamente com o aumento dos níveis populacionais, e que sob baixas populações ocorre um melhor desenvolvimento da mamoneira, que apresenta um maior número de racemos por plantas, os quais possuem maior tamanho e maior número de frutos, e possivelmente contribuem para a obtenção de maiores produções de grãos por planta. Todavia, isto não significa que haverá uma maior produtividade por unidade de área, uma vez que o maior número de plantas

por área pode compensar a redução nos componentes de produção quando a mamoneira é cultivada em populações mais elevadas.

Com relação ao efeito das épocas dentro de cada espaçamento, foi verificado que os valores registrados na época 1, superaram estatisticamente aqueles da época 2 em todos os espaçamentos utilizados, revelando que a antecipação do plantio, assim como a irrigação são muito favoráveis a produção de grãos por planta. Vijaya Kumar et al. (1997) também constataram que com a antecipação do plantio a mamoneira expressa melhor o seu potencial produtivo em comparação com o plantio tardio.

### **3.3 Massa e comprimento do racemo**

O resumo das análises das variâncias para os dados de massa do racemo e comprimento médio do racemo é apresentado na Tabela 9. Para a característica massa do racemo verificaram-se efeitos significativos para os fatores cultivar e época de plantio ( $p \leq 0,01$ ). Todavia, estes fatores não variaram de forma independente e a interação entre eles foi significativa ( $p \leq 0,01$ ). Já o efeito principal de espaçamento variou independentemente dos demais fatores ( $p \leq 0,05$ ) segundo o teste F (Tabela 9).

Com relação aos dados do comprimento médio do racemo, observou-se que os diferentes espaçamentos utilizados e as épocas de plantio afetaram significativamente este componente de produção pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Os fatores cultivar (C) e época de plantio (P) atuaram conjuntamente promovendo alterações no tamanho do racemo, e a interação C x P foi significativa de acordo com o teste F a 1% de probabilidade (Tabela 9).

O desdobramento da interação significativa cultivar x época de plantio em teste de média, para a característica massa do racemo pode ser observado na Tabela 10. Pelos resultados, verificou-se que nas duas épocas de plantio os racemos com maior massa foram obtidos na cultivar “BRS 149 Nordestina”, cujos valores foram superiores estatisticamente aqueles observados na cultivar “Mirante 10”. Tal resultado pode ter acontecido em virtude da cultivar “BRS 149 Nordestina”, possuir frutos e sementes maiores, o que justifica o maior peso de seus racemos (Tabela 10).



**Tabela 9.** Resumo das análises das variâncias para os dados de massa e comprimento médio do racemo das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”, semeadas em diferentes épocas e espaçamentos. Pentecoste - CE, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Massa do racemo	Comprimento do racemo
Cultivar (C)	1	31853,27 **	0,22 ns
Espaçamento (E)	2	753,89 *	61,27 **
Época (P)	1	7677,79 **	897,09 **
Interação C x E	2	102,86 ns	2,75 ns
Interação C x P	1	9668,78 **	116,15 **
Interação E x P	2	9,87 ns	1,56 ns
Interação C x E x P	2	124,54 ns	0,44 ns
Bloco	3	123,38 ns	19,52 *
Resíduo	33	178,95	5,05063
Total	47	-	-
<b>CV (%)</b>	-	<b>13,85</b>	<b>7,60</b>

(\*\*, \*), significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, (ns), não significativo pelo teste F.

**Tabela 10.** Massa do racemo de duas cultivares de mamona cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos. Comparação de médias para a interação cultivar x época de plantio e para o efeito principal espaçamento. Pentecoste - CE, 2005.

Tratamentos	Cultivar		Espaçamento		
	Nordestina	Mirante 10	1,5 m	2,0 m	2,5 m
	-----Massa do racemo (g)-----				
Época 1	149,13 Aa	72,32 Ba	102,94	107,22	117,39
Época 2	95,45 Ab	69,23 Ba	79,46	81,02	91,19
<b>Médias</b>	-	-	<b>91,20 B</b>	<b>94,11 AB</b>	<b>104,28 A</b>
DMS <sub>Linha</sub>	11,12		11,58		
DMS <sub>Coluna</sub>	11,12		-		

Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).

Com relação ao efeito das épocas dentro de cada cultivar isoladamente, constatou-se que para a cv. “BRS 149 Nordestina” o plantio na época 1 em regime de irrigação foi o responsável pela obtenção dos racemos mais pesados. Entretanto,

para a cultivar “Mirante 10” não houve diferença entre as épocas de plantio quanto a massa do racemo (Tabela 10). Infere-se que em condições irrigadas, como no caso da época 1, a cultivar “BRS 149 Nordestina” utilizou de forma mais eficiente os recursos disponíveis, e com isto promoveu o surgimento de racemos maiores do que quando cultivada em condições de sequeiro. Já para a cv. “Mirante 10” é possível que o efeito benéfico da irrigação, se manifeste em outro componente de produção, como por exemplo, no número de racemos por planta, como discutido anteriormente.

Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao verificarem que a irrigação afetou benéficamente os componentes de produção da mamoneira. Por outro lado, o estresse por seca afeta consideravelmente a cultura como reportado Schurr et al. (2000).

Em se tratando do efeito simples de espaçamento, pode-se inferir a partir dos valores médios para massa do racemo contidos na Tabela 10, que independentemente das cultivares ou da época de plantio utilizada, o espaçamento mais aberto (2,5 m) favoreceu a produção de racemos mais pesados (104,28 g), valor superior estatisticamente ao obtido com a semeadura no menor espaçamento (1,5 m), com média de 91,20 g. Condizendo com informações de Azevedo et al. (1998) ao relatarem que em populações adensadas os componentes de produção da mamoneira são prejudicados.

O desdobramento da interação cultivar x época de plantio, para a característica comprimento do racemo, pode ser observado na Tabela 11. É importante salientar que para esta análise, consideraram-se os racemos de até terceira ordem. Estudando-se o efeito das cultivares dentro de cada época, verificou-se que nas duas épocas de plantio, a cultivar “BRS 149 Nordestina” foi a que produziu os maiores racemos, com valores de comprimento que superaram estatisticamente aqueles registrados na cv. “Mirante 10” (Tabela 11). Tal resultado é coerente, haja vista, o fato de os racemos da cultivar “BRS 149 Nordestina” também serem os mais pesados.

O maior comprimento médio do racemo registrado com a cultivar “BRS 149 Nordestina” foi de 35,36 cm, na primeira época de plantio, valor superior ao citado por Embrapa Algodão (2002) para esta mesma cultivar de 31 cm em média, e também por Carvalho (2005) de 33 cm.

**Tabela 11.** Comprimento médio dos racemos da mamoneira cultivada em diferentes épocas. Pentecoste - CE, 2005.

Tratamentos	Cultivar		Médias
	Nordestina	Mirante 10	
	-----Comprimento do racemo (cm)-----		
Época 1	35,36 Aa	32,39 Ba	<b>33,87 a</b>
Época 2	26,86 Ab	23,61 Bb	<b>25,23 b</b>
DMS	1,86		1,32

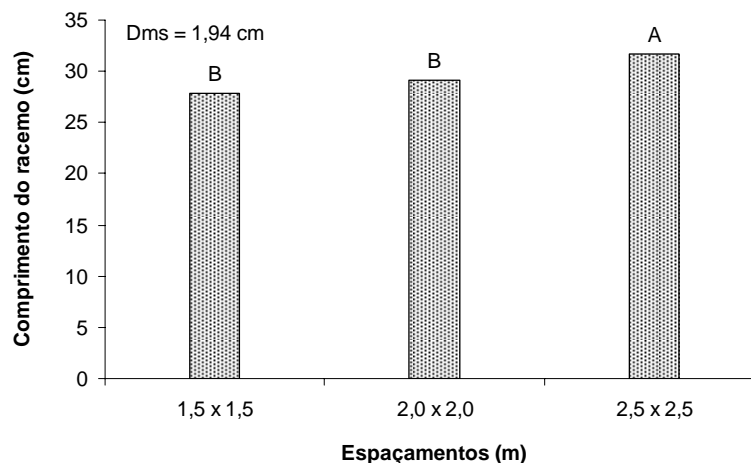
Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p= 0,05$ ).

Comparando-se os efeitos das épocas dentro de cada cultivar, percebeu-se que a antecipação do plantio com o auxílio da irrigação (época 1), promoveu a obtenção dos racemos com os maiores comprimentos, tanto para a cultivar “BRS 149 Nordestina” como para a cultivar “Mirante 10” (Tabela 11). Podendo-se inferir que a antecipação do plantio da mamoneira aliada ao correto suprimento hídrico são estratégias que podem contribuir com o aumento da produtividade da cultura, uma vez que o componente de produção comprimento do racemo é beneficiado com tais práticas. Mesmo assim, cumpre esclarecer que o maior comprimento do racemo isoladamente, pode não significar maior produtividade, devendo-se considerar outros fatores, como a densidade do racemo, tamanho dos frutos e a massa das sementes.

Os valores médios para o comprimento do racemo variaram de 23,61 cm para a cv. “Mirante 10” na época 2, a 35,39 cm registrados na cv. “BRS 149 Nordestina” na época 1, com estes valores os racemos são considerados pequenos de acordo com classificação proposta por Savy Filho et al. (1999). Todavia, deve-se considerar que os referidos autores sugerem a medição individual dos racemos em cada ordem, e no presente estudo considerou-se a média das três primeiras ordens.

Na comparação das médias do comprimento do racemo entre os espaçamentos, foi observado que o maior espaçamento com a cultura semeada em fileiras distanciadas de 2,5 m, conferiu o maior valor (31,69 cm), que foi superior estatisticamente aos obtidos nos demais tratamentos (Figura 11). Tais resultados são similares aos obtidos por Azevedo et al (1997b) que obtiveram redução no tamanho do racemo com o aumento da densidade populacional, e atribuíram tais resultados ao fato de sob baixas populações, as plantas apresentarem um melhor

desenvolvimento, com maior tamanho de racemo, maior número de frutos por racemo e maior quantidade de racemos por planta.



**Figura 11.** Variação no comprimento médio do racemo da mamoneira semeada em diferentes espaçamentos. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Pentecoste - CE, 2005.

### 3.4 Massa de sementes e teor de óleo

O resumo das análises das variâncias para os dados de massa de sementes e teor de óleo é apresentado na Tabela 12. Analisando-se os resultados verificou-se efeito significativo para a característica massa de sementes nos fatores cultivar e época de plantio, bem como para a interação cultivar x época de plantio, o que revela dependência entre estes fatores de acordo com o teste F ( $p \leq 0,01$ ). Com relação ao teor de óleo verificou-se diferença significativa apenas para os efeitos principais cultivar e época de plantio que variaram independentemente, com ausência de diferença estatística para as interações (Tabela 12).

O desdobramento em teste de médias da interação dupla significativa cultivar x época de plantio, para os dados da massa de mil sementes, pode ser observado na Tabela 13. Estudando-se o efeito do fator cultivar dentro de cada época de semeadura, constatou-se que na época 1, a cultivar “BRS 149 Nordestina” apresentou uma maior massa de mil sementes (592,64 g), superando

estatisticamente à média obtida com a cv. “Mirante 10” nesta mesma época (316,09 g).

**Tabela 12.** Resumo das análises das variâncias para os dados de massa de mil sementes e teor de óleo das sementes das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”. Pentecoste - CE, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Massa de sementes	Teor de óleo
Cultivar (C)	1	767356,77 **	224,29 **
Espaçamento (E)	2	399,87 ns	1,29 ns
Época (P)	1	1695,15 **	41,81 **
Interação C x E	2	57,29 ns	2,03 ns
Interação C x P	1	6729,61 **	1,88 ns
Interação E x P	2	213,02 ns	3,51 ns
Interação C x E x P	2	389,07 ns	0,86 ns
Bloco	3	92,27 ns	0,36 ns
Resíduo	33	218,87	1,44
Total	47	-	-
<b>CV (%)</b>	-	<b>3,29</b>	<b>2,66</b>

(\*\*, \*), significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, (ns), não significativo pelo teste F.

**Tabela 13.** Massa de mil sementes da mamoneira das cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”. Desdobramento da interação cultivar x época de plantio. Pentecoste - CE, 2005.

Tratamentos	Cultivar		Médias
	Nordestina	Mirante 10	
	-----Massa de mil sementes (g)-----		
Época 1	592,64 Aa	316,09 Ba	<b>454,37 a</b>
Época 2	557,08 Ab	327,88 Ba	<b>442,48 b</b>
DMS Coluna	12,30		8,69
DMS Linha	12,30		-

Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

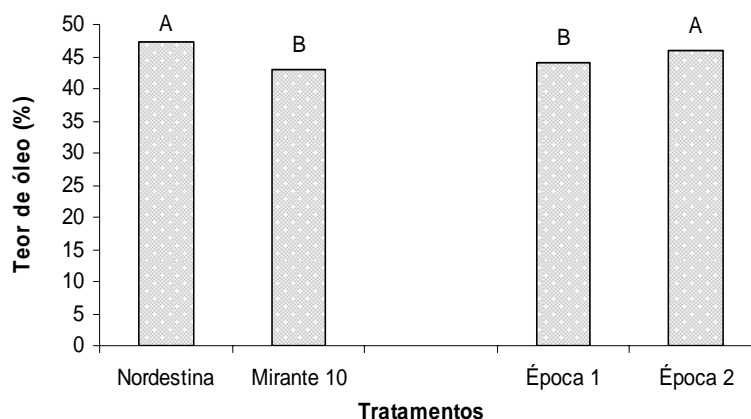
Na época 2, o comportamento foi semelhante e a cultivar “BRS 149 Nordestina” mais uma vez foi a que produziu as sementes com a maior massa. Estes resultados são consistentes, tendo em vista que a cultivar “BRS 149

Nordestina” possui frutos e sementes reconhecidamente maiores do que a cultivar “Mirante 10”, e portanto maior massa, seja em cultivo irrigado ou em condições de sequeiro.

Para o efeito do fator época dentro de cada cultivar, observou-se que a antecipação do plantio para fevereiro de 2005 com o auxílio da irrigação, concorreu para que a cv. “BRS 149 Nordeste” produzisse as sementes mais pesadas, 592,64 g, ao passo que na segunda época de plantio em condições de sequeiro o valor médio obtido foi de 557,08 g (Tabela 13). Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) também registraram maior massa de mil sementes em condições irrigadas. No entanto, com a cultivar “Mirante 10” não se verificou diferença significativa entre as épocas de plantio para a característica massa de mil sementes (Tabela 13). É possível, que por apresentar sementes menores, esta cultivar tenha um menor potencial para produzir sementes mais pesadas em condições de melhor suprimento hídrico, em comparação com a cultivar “BRS 149 Nordeste”.

O valor médio obtido para a massa de mil sementes da cv. “BRS 149 Nordeste” de 592,64 g, registrado na primeira época de plantio (época 1), está abaixo do mencionado por Carvalho (2005) e Beltrão et al. (2006) ao afirmarem que a semente desta cultivar pesa em média 0,68 gramas a unidade.

Com relação ao teor de óleo das sementes, verificou-se que para o efeito isolado de cultivar a cv. “BRS 149 Nordeste” produziu as sementes com o maior teor de óleo, sendo o valor médio de 47,25%, superando estatisticamente o valor médio de 42,93% de óleo registrado nas sementes da cultivar “Mirante 10” (Figura 12). Desse modo, fica evidente que em termos de conteúdo de óleo nas sementes, a cultivar “BRS 149 Nordeste” supera a “Mirante 10”, pelo menos nas condições em que o experimento foi desenvolvido. O que corrobora com informações de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao constatarem diferenças no teor de óleo entre duas cultivares de mamona, e especularam que diferentes cultivares respondem de forma diferente a um mesmo manejo cultural. É importante salientar que o valor médio obtido de 47,25% de óleo nas sementes da cultivar “BRS 149 Nordeste”, é inferior aos relatados na literatura para esta cultivar que é de 49% (CARVALHO, 2005).



**Figura 12.** Teor de óleo das sementes de mamona das cultivares “BRS 149 Nordeste” e “Mirante 10”, semeadas em diferentes épocas. A umidade das sementes foi corrigida para 10%. Em cada efeito as letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Pentecoste - CE, 2005.

O efeito principal de época de plantio variou independentemente dos demais fatores, e foi na época 2 em regime de sequeiro onde se registrou o maior teor de óleo nas sementes, 46,02%. Tais resultados são divergentes dos obtidos por Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) quando verificaram que com o uso da irrigação houve uma tendência de aumento no teor de óleo das sementes da mamoneira, e constataram valores médios de até 52,1% de óleo nas sementes no melhor tratamento, já nas plantas cultivadas em condições de sequeiro foram observados baixos teores de óleo em comparação com as sementes provenientes de plantas irrigadas. Com estes resultados, os autores concluíram que o teor de óleo na semente dependeu grandemente da disponibilidade de umidade no solo.

### 3.5 Estudo de correlações

O estudo de correlação entre as características agronômicas da mamoneira, foi realizado separadamente em cada cultivar, uma vez que as cultivares “BRS 149 Nordeste” e “Mirante 10”, apresentam diferenças quanto ao porte, ciclo, tamanho das sementes e precocidade.

Os coeficientes de correlação das características agronômicas da cultivar de mamona “Mirante 10” são apresentados na Tabela 14. Pelos resultados,

verificou-se correlação positiva e significativa entre os dados do teor de óleo e massa de mil sementes ( $r= 0,52^{**}$ ). O que condiz com informações de Lins, Távora e Alves (1976) que constataram correlação positiva e significativa entre o teor de óleo e a massa de sementes da mamoneira. Também se constatou correlação negativa e significativa entre a massa de mil sementes e o número de frutos por racemo, o que está de acordo com resultados obtidos por Lima e Santos (1998).

Houve alta correlação positiva entre a produção por planta (PPL) e as características comprimento do racemo (CRAC), número de racemos por planta (NRA) e número de frutos por racemo (NFR), sendo o componente de produção número de racemos por planta o que manteve a maior relação com a produção de grãos por planta, e o coeficiente de correlação entre estas duas características foi de  $0,97^{**}$  (Tabela 14). Kittock e Williams (1968) também verificaram elevada correlação entre o número de racemos e a produtividade da mamoneira.

A massa do racemo (MRAC) da cultivar “Mirante 10”, foi positivamente correlacionada com o número de frutos por racemo (NFR) e com o comprimento médio do racemo (CRAC). Evidenciando-se que a massa do racemo é o resultado da combinação, número de frutos e comprimento do racemo. Por sua vez o número de frutos foi altamente correlacionado com o comprimento do racemo (Tabela 14).

**Tabela 14.** Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da mamoneira, cultivar “Mirante 10”. Pentecoste – CE, 2005.

Característica	MRAC	CRAC	NFR	NRA	PPL	MMS	OIL
OIL	-0,08ns	-0,58**	-0,59**	-0,65**	-0,64**	0,52**	1,00
MMS	-0,03ns	-0,35ns	-0,41*	-0,29ns	-0,27ns	1,00	
PPL	0,40ns	0,84**	0,75**	0,97**	1,00		
NRA	0,21ns	0,79**	0,68**	1,00			
NFR	0,54**	0,93**	1,00				
CRAC	0,42*	1,00					
MRAC	1,00						

\*\*; \*, ns, significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo Teste t. MRAC, massa do racemo; CRAC, comprimento do racemo; NFR, número de frutos por racemo; NRA, número de racemos por planta; PPL, produção de grãos por planta; MMS, massa de mil sementes; OIL, teor de óleo da semente.



Com relação a cultivar “BRS 149 Nordestina”, observou-se correlação negativa entre o teor de óleo na semente e as características massa de mil sementes e produção de grãos por planta (Tabela 15). O que está em desacordo com informações de Lins, Távora e Alves (1976) que verificaram correlação positiva entre o teor de óleo e a massa de sementes das cultivares de mamona Paraibana e Sipeal 1.

A massa do racemo foi positiva e altamente correlacionada com o número de frutos por racemo, indicando que estas características variaram no mesmo sentido, ou seja, racemos mais pesados podem significar a obtenção de um maior número de frutos. Também se verificou elevada correlação positiva e significativa entre o número de racemos por planta e a produção de grãos por planta ( $r= 0,99^{**}$ ). Desse modo, fica evidente a importância do número de racemos para a obtenção de elevadas produtividades. Lima e Santos (1998) também constataram elevada correlação positiva entre o número de racemos e a produção de grãos por planta, e concluíram que o número de racemos por planta é um critério adequado para seleção de novos genótipos visando ao aumento da produtividade da cultura.

**Tabela 15.** Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste – CE, 2005.

Característica	MRAC	CRAC	NFR	NRA	PPL	MMS	OIL
OIL	0,56**	-0,44*	0,22ns	-0,57**	-0,60**	-0,76**	1,00
MMS	-0,60**	0,57**	-0,29ns	0,59**	0,59**	1,00	
PPL	-0,54**	0,77**	-0,07ns	0,99**	1,00		
NRA	-0,55**	0,78**	-0,08ns	1,00			
NFR	0,83**	0,01ns	1,00				
CRAC	-0,43*	1,00					
MRAC	1,00						

\*\*; \*, ns, significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo Teste t. MRAC, massa do racemo; CRAC, comprimento do racemo; NFR, número de frutos por racemo; NRA, número de racemos por planta; PPL, produção de grãos por planta; MMS, massa de mil sementes; OIL, teor de óleo da semente.

## 4 CONCLUSÕES

O espaçamento e a época de plantio afetam a produção de grãos por planta e o número de racemos por planta;

A produção de grãos por planta e o número de racemos por planta, são maiores quando a cultura é semeada em maiores espaçamentos. A antecipação do plantio e a irrigação promovem aumentos em todos os componentes de produção;

O número de frutos por racemo reduz com o plantio de sequeiro e com o estreitamento do espaçamento. A cultivar “Mirante 10” possuiu racemos com maior número de frutos do que a “BRS 149 Nordestina”;

A cultivar “BRS 149 Nordestina” possui maior massa de sementes do que a cultivar “Mirante 10”. Em regime de irrigação a massa das sementes é maior independente da cultivar ou espaçamento utilizado (1,5 m x 1,5 m; 2,0 m x 2,0 m ou 2,5 m x 2,5 m);

A antecipação do plantio em condições de irrigação promove diminuição no teor de óleo das sementes, independente das cultivares e dos espaçamentos testados. Entre as cultivares as sementes da cv. “BRS 149 Nordestina” tem maior teor de óleo;

Para a cultivar “Mirante 10”, o teor de óleo das sementes é positivamente correlacionado com a massa das sementes;

A produção de grãos por planta é altamente correlacionada com o número de racemos por planta, e a massa do racemo está estreitamente relacionada com o número de frutos por racemo.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. G. C. do, **Variabilidade genética para características agronômicas entre progênies autofecundadas de mamona (*Ricinus communis* L.) cv AL Guarany 2002**. 2003. 59 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. **Efeito da população de plantas no rendimento da mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997b, 5p. (Comunicado Técnico, 54).

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; NÓBREGA, L. B. da; VIEIRA, D. S.; PEREIRA, J. R. **Efeito da população e plantas no consórcio mamoneira/sorgo**. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 183-192, set-dez., 1998.

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J.; NÓBREGA, L. B. da; DANTAS, E. S. B.; ARAÚJO, J. D. de. **Período crítico de competição entre plantas daninhas e a mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997a, 6p. (Comunicado Técnico, 44).

AZZINI, A.; SALGADO, A. L. de B.; SAVI FILHO, A.; BANZATTO, N. V. Restos vegetais da cultura da mamona como matéria-prima para celulose. **Bragantia**, Campinas, v. 40, n. 1, p. 115-124, jul., 1981.

BARRETO, A. N.; AMARAL, J. A. B. Quantificação de água necessária para a mamoneira irrigada com base nas constantes hídricas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

BELTRÃO, N. E. de M.; CARTAXO, W. V.; PEREIRA, S. R. de P.; SOARES, J. J.; SILVA, O. R. R. F. **O cultivo sustentável da mamona no semi-árido brasileiro** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 22p. (Comunicado Técnico, 84).

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: 1992, 356p.

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).

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

CORRÊA, M. L. P.; **Comportamento da mamoneira consorciada com caupi, sorgo e amendoim**. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza-CE.

CULTIVAR de mamona Mirante 10. In: **Sementes armani**. Verdelândia – MG: s.ed, [2005?]. 3 f.

DIAS, J. M.; SILVA, S. M. S.; GONDIM, T. M. de S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; BEZERRA, J. R. C.; VASCONCELOS, R. A. de. Efeitos de diferentes quantidades de água de irrigação e de densidades populacionais na cultura da mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

DORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204 p. (Estudos FAO irrigação e drenagem, 24. Roma, 1977).

EMBRAPA ALGODÃO. **BRS – 149 Nordestina**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 1 folder.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Sistema de Produção de Informação - SPI, 1999. 412p.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio e Janeiro: Atual, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 13, p. 295-336.

GONÇALVES, N. P.; BENDEZÚ, J. M.; LELES, W. D. Época, espaçamento e densidade de plantio para a cultura da mamona. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 33-35, 1981.

GONDIM, T. M. S.; NÓBREGA, M. B. M.; SEVERINO, L. S.; VASCONCELOS, R. A. de. Adensamento de mamoneira sob irrigação em Barbalha, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

HEMERLY, F. X. **Mamona**: Comportamento e tendências no Brasil. Brasília: Embrapa - Departamento de Informação e Documentação. 1981. 63p.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria>>. Acesso em: 7 set. 2006b.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 7 set. 2006a.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. California: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133p.

KITTOCK, D. L.; WILLIAMS, J. H. Influence of planting date on certain morphological characteristics of castor beans. **Agro. Journal**, Oxford, v. 60, p. 401-403, jul-aug., 1968.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European journal of agronomy**, Amsterdam, v. 11, p. 227-237, 1999. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/eja>>. Acesso em: 21 de Jan. 2006.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. **J. Agro. & Crop Science**, Berlin, p. 33-41, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 21 de jan. 2006.

LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C. da; SORREANO, M. C. M.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 61-67, jan., 2005.

LAURETI, D.; FEDELI, A. M.; SCARPA, G. M.; MARRAS, G. F. Performance of castor (*Ricinus communis* L.) cultivars in Italy. **Industrial Crops and Products**, Elsevier, v. 7, p. 91-93, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 06 de mar. 2006.

LIMA, E. F.; SANTOS, J. W. dos. Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre características agronômicas da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Rev. bras. ol. Fibro.**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 147-150, maio-ago., 1998.

LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; SILVA, I. de F. da; SOUZA, C. de; LIRA C. A. B. de O. Avaliação dos componentes do balanço de energia num solo cultivado com mamona no Brejo paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

LINS, E. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; ALVES, J. F. Efeito da ordem de racemo nas características de sementes de mamona, (*Ricinus communis* L.). **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 6, n. 1/2, p. 91-98, dez., 1976.

OXFORD INSTRUMENTS. **Instruction manual**. Oxford: 1995. 21p.

PAULO, E. M.; KASAI, F. S.; SAVY FILHO, A. Efeito da largura da faixa de capina na cultura da mamona. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, 1997.

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

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

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. de A.; CHIAVEGATO, E. J.; CAMARGO, C. E. de O.; CAMPO-DALL'ORTO F. A.; GODOY, I. J. de; FAZUOLI, L. C.; CARBONEL, S. A. M.; SIQUEIRA, W. J. **Descritores mínimos para o registro institucional de cultivares: Mamona**. Campinas: IAC, 1999. 7p. (Documentos IAC, 61).

SCHURR, U; HECKENBERGER, U.; HERDEL, K.; WALTER, A; FEIL, R. Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source transition. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v. 51, n. 350, p. 1515-1529, sep. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 11 de oct. 2006.

SILVA, L. C.; AMORIN NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M. **Recomendações técnicas para o cultivo e época de plantio de mamona cv. Brs 149 (Nordestina)**

na região de Irecê, Bahia. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000, 6 p. (Comunicado Técnico, 112).

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

TÁVORA, F. J. A. F.; ALVES, F. J.; QUEIROZ, G. M. de; PINHO, J. L. N. de. Estudo da densidade de plantio em mamona anã *Ricinus communis* L.. **Rev. Ciênc. Agron.** Fortaleza, v. 4, n. 1/2, p. 89-93, dez, 1974.

TÁVORA, F. J. A. F.; BARBOSA FILHO, M. Antecipação de plantio, com irrigação suplementar, no crescimento e produção da mandioca. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 29, n. 12, p.1915-1926, dez., 1994.

TOMÉ JÚNIOR., J. B. **Manual de interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema para análises estatísticas, SAEG V- 5.0**. Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, MG: UFV, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC/CCA, 1993. 248p.

VASCONCELOS, M. A. C. de. **Informações sobre o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.)**. Fortaleza: EMATECE, 1990. 19p.

VIEIRA, R. de M.; LIMA, E. F.; AZEVEDO, D. M. P. de; BATISTA, F. A. S.; SANTOS, J. W. dos; DOURADO, R. M. F. **Competição e cultivares de linhagens de mamoneira no Nordeste do Brasil – 1993/96**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1998, 14p. (Comunicado Técnico, 71).

VIJAYA KUMAR, P. et al. Influence of moisture, thermal and photoperiodic regimes on the productivity of castor beans (*Ricinus communis* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, Hyderabad, v. 88, p. 279-289, 1997. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 23 de abr. 2006.

VIJAYA KUMAR, P. et al. V. Radiation and water use efficiencies of rainfed castor beans (*Ricinus communis* L.) in relation to different weather parameters. **Agr. and Forest Meteorology**. Hyderabad: Elsevier, v. 81, p. 241-253, 1996. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 22 de abr. 2006.

## CAPÍTULO 5

### **Espaçamento e época de plantio da mamoneira. II – Efeito no crescimento e na produtividade**

#### **RESUMO**

A mamoneira é uma das oleaginosas tropicais de maior importância sócio-econômica, e a escolha do espaçamento e da época de plantio adequada pode promover ganhos de produtividade. Objetivou-se com o presente estudo avaliar a influência de diferentes espaçamentos e de duas épocas de plantio no crescimento, produtividade e no rendimento de óleo de duas cultivares de mamona. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Vale do Curu, no município de Pentecoste - Ceará - Brasil. O solo foi preparado e adubado convencionalmente. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com doze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 2 x 3 x 2, sendo 2 cultivares (BRS 149 Nordestina e Mirante 10); 3 espaçamentos (1,5 m x 1,5 m; 2,0 m x 2,0 m e 2,5 m x 2,5 m) e 2 épocas de plantio. A época de plantio associada à irrigação promoveu aumentos da altura da planta, do número de ramos laterais e do número de internódios, além de retardar o florescimento e aumentar a produtividade de grãos. A produtividade de grãos foi positivamente correlacionada com a altura das plantas e com o rendimento de óleo. Altura de plantas, número de internódios e precocidade mantêm estreita relação entre si, e o número de internódios é um bom indicativo da precocidade da cultura. Em condições de sequeiro na segunda época de plantio, a participação dos racemos primários na produtividade total aumentou, mas em média, os racemos secundários são os que representam o maior percentual da produtividade.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., características morfológicas, densidade de plantio.



## Spacing and time of sowing of the castor bean. II - Effect in the growth and yield

### ABSTRACT

The castor bean is a tropical seed oil plant grown in Northeast of Brazil and its importance has recently increased with the perspective of utilization of the oil as a vehicle fuel. The use of adequate plant population and spacing and the appropriate time of sowing can increase the crop yield. The objective of the present study was to evaluate the influence of different spacing and time of sowing in the growth and the seed and oil yield of castor bean. The experiment was carried out at the experimental farm of the Universidade Federal do Ceará, at Pentecoste, Ceará, Brazil. Standard cultural practices of soil preparation and fertilization were used. The experimental design was a factorial experiment (2x3x2) arranged in a randomized blocks with 12 treatments and four replications. The treatment factors were the combination of 2 variety (BRS 149 Nordestina and Mirante 10); 3 plant spacing (1,5 m x 1,5 m; 2,0 m x 2,0 m and 2,5 m x 2,5 m) and 2 sowing times associated with and without irrigation. The first time of sowing associated with irrigation promoted increases in plant height, number of branches per plant and number of internodes per branch, as well caused a delay in the beginning of flowering and an increase in grain yield. High positive correlations were found for grain yield and oil yield and grain yield and plant height. Under rain fed conditions (second time of sowing), the primary racemes had higher participation in total grain yield when compared with the irrigated treatment. On the other, hand secondary racemes were the ones that most contributed for total grain yield, independently of the treatments imposed.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., morphological trait, sowing density.

## 1 INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.) cujo nome vem do latim tardio *mammona* ou *mammonas*, significando “dinheiro, riqueza, lucro”, é uma planta oleaginosa arbustiva pertencente à família *Euphorbiaceae*, no Brasil também é denominada de carrapateira, palma-de-Cristo, enxerida e rícino. Sua origem é objeto de controvérsia, alguns estudiosos indicam o continente asiático como provável centro de origem, enquanto outros consideram a África intertropical. Atualmente a hipótese mais aceita é que esta cultura seja originária do Nordeste da África, possivelmente da Etiópia (HEMERLY, 1981; VEIGA; SAVY FILHO; BANZATTO, 1989; LORENZI, 2000; BELTRÃO et al., 2001; OLSNES, 2004).

No Brasil, a mamoneira é encontrada em estado espontâneo em todas as regiões, e seu cultivo ainda é feito em bases bastante rudimentares (VIEIRA et al., 1998), havendo a necessidade da melhoria do sistema de produção dessa notável oleaginosa, pois, apesar de sua importância a situação da mamonocultura brasileira é precária, devido aos escassos investimentos na lavoura e a pouca utilização de sistemas racionais de cultivo, especialmente, para as condições do semi-árido nordestino (AZEVEDO et al., 1997a).

O sucesso de uma lavoura de mamona depende em muito da época de semeadura, em especial, quando se trata de cultivos de sequeiro. A incidência de pragas e doenças está intimamente relacionada com a execução de plantios tardios, que normalmente expõem a planta a condições ambientais adversas, ocorrendo o contrário quando o plantio é antecipado. Desse modo, para que a cultura exerte o seu potencial produtivo máximo, deve-se ajustar a época de plantio ao ciclo da cultura, para que a floração e frutificação ocorram nos meses de maior disponibilidade hídrica no solo e a maturação e a secagem dos frutos no final do período chuvoso (AMORIM NETO et al., 1999; SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000) o que na prática é muito difícil de se conseguir, notadamente, nos cultivos de sequeiro predominantes na região Nordeste, em virtude, da distribuição pluvial irregular, o que torna a irrigação uma prática muito importante para a mamoneira.

Em todo o mundo são poucos os trabalhos com irrigação na mamoneira, razão pela qual se deve investir em pesquisas nesta área, a fim de se obter detalhes sobre o manejo da irrigação com vistas ao ganho de produtividade, pelo aumento na

eficiência produtiva da lavoura. No Brasil as áreas irrigadas ainda são pequenas e restritas a poucos Estados, onde já foram registradas produtividades superiores a  $6.000 \text{ kg ha}^{-1}$  (BELTRÃO, 2006).

Além da irrigação, a definição do espaçamento e densidade de plantio, é um passo tecnológico simples, mas de grande importância no planejamento de uma lavoura em determinada região. O uso de espaçamentos e densidades de plantios indevidos poderá reduzir as produções ou acarretar problemas de manejo da própria lavoura (AZEVEDO et al., 1997a). Para a cultivar “BRS 149 Nordestina” de porte médio os espaçamentos mais recomendados são os seguintes: 2,0 m x 1,0 m; 3,0 m x 1,0 m e 4,0 m x 1,0 m, com uma planta por cova em solos de baixa, média e alta fertilidade respectivamente (EMBRAPA ALGODÃO, 2002). Moraes et al. (2006) informam que o espaçamento de 3 m entre linhas tem sido normalmente recomendado para a cultivar “BRS 149 Nordestina”, mas há indícios de que o adensamento da população propicie aumento de produtividade. Para a cultivar “Mirante 10” as informações sobre o espaçamento adequado são bastante escassas.

De um modo geral, quanto maior o espaçamento entre fileiras e plantas, maior será a disponibilidade dos recursos naturais para cada planta. Estas circunstâncias permitem o desenvolvimento de plantas mais exuberantes. Por outro lado à medida que se diminui o espaçamento a população aumenta, e com ela a competição pelo substrato ecológico (AZEVEDO et al., 1997a). Cumpre salientar que diferentes cultivares podem responder de modo diferenciado aos espaçamentos utilizados e ao uso da irrigação.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivos, avaliar a influência de diferentes espaçamentos e de duas épocas de plantio nos componentes de crescimento, na produtividade e no rendimento de óleo de duas cultivares de mamona.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido entre os meses de fevereiro e dezembro de 2005 em área pertencente à Fazenda Experimental Vale do Curu - FEVC, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste - CE.

O município de Pentecoste está localizado geograficamente na Microrregião do Médio Curu do Estado do Ceará, com coordenadas de 6°47'34" de latitude sul e a 39°16'13" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich, a uma altitude média de 60 metros (BRASIL, 1973).

#### **2.1.1 Clima**

A classificação climática da região segundo Köppen é do tipo Aw': tropical chuvoso com cinco a oito meses secos. As temperaturas médias anuais variam de 22°C a 28°C. Apresenta em média, umidade relativa do ar em torno de 74% ao longo do ano. A precipitação média anual varia de 600 mm a 1.100 mm com estação chuvosa concentrada entre os meses de janeiro e abril (BRASIL, 1973). A precipitação acumulada no período de condução do ensaio foi de 504 mm, para o período compreendido entre o primeiro plantio e a última colheita. Todavia, a distribuição dessa precipitação foi irregular e 91,88% do total de chuvas ocorreu entre os meses de fevereiro e maio.

#### **2.1.2 Solo**

Na área experimental o solo predominante pertence à classe dos NEOSSOLOS FLÚVICOS (EMBRAPA SOLOS, 1999). Antes do plantio coletou-se uma amostra composta de solo na área experimental na profundidade de 0-30 cm para caracterizá-lo quimicamente. O resultado da análise química do solo com os

teores dos elementos minerais interpretados segundo Tomé Júnior (1997) é apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental. Pentecoste – CE, 2005.

Características químicas	Profundidades de coleta (cm)	
	0-30	Caracterização
pH em água (1:2,5)	7,4	-
P (mg dm <sup>-3</sup> )	60	Alto
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	168	Alto
Na <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	39	-
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0	-
Ca <sup>+2</sup> + (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,0	Médio
Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,8	Alto

Análise realizada no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC. P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>: Extr. Mehlich 1; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>: Extr. Acet. de Ca<sup>+2</sup> 0,5M pH 7; Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>: Extr. KCl 1M.

## 2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 12 tratamentos em esquema fatorial 2 x 3 x 2 e quatro repetições, sendo os fatores duas cultivares de mamona (BRS 149 Nordestina e Mirante 10); três espaçamentos (1,5 m x 1,5 m; 2,0 m x 2,0 m; 2,5 m x 2,5 m) e duas épocas de plantio (19 de fevereiro de 2005 em regime de irrigação e 04 de abril 2005, sob sequeiro).

Desse modo, o experimento foi composto por 48 unidades experimentais espaçadas em 2 metros. A área de cada parcela variou com o espaçamento utilizado e a área total do experimento foi de 5.848 m<sup>2</sup>. Cada parcela continha três fileiras de plantas. Foram instalados seis tratamentos em 19 de fevereiro de 2005 em regime de irrigação, visto que a estação chuvosa ainda não havia se estabelecido e mais seis tratamentos em 04 de abril de 2005 sob condições dependentes de chuvas (sequeiro).

### 2.3 Adubação utilizada

De posse dos resultados da análise química do solo realizou-se à recomendação de adubação para a cultura da mamona conforme Universidade Federal do Ceará (1993). As quantidades de nutrientes minerais recomendadas para a adubação foram definidas com base em seus teores no solo, com exceção do nitrogênio, cujo teor é pré-estabelecido, os valores foram os seguintes: 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

A adubação foi realizada de modo convencional em covas, e por ocasião do plantio aplicou-se em fundação todo o fósforo e potássio recomendado, ao passo que a aplicação do nitrogênio foi parcelada em três vezes, 1/3 em fundação e 2/3 em cobertura aos 30 e 60 dias após o plantio.

### 2.4 Manejo da irrigação

A aplicação da água foi feita pelo método de irrigação localizada utilizando-se um sistema de microaspersão e um turno de rega de dois dias. A lâmina de água fornecida a cultura ***Li***, foi calculada com base na evaporação do tanque classe “A” ***ECA***, medida em milímetros, no coeficiente de tanque ***Kp***, no coeficiente de cultura ***Kc*** e no coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação ***CUD***, a partir da expressão 1.

$$Li = \frac{Kp \times kc \times ECA}{CUD} \quad (1)$$

Durante o ciclo cultural foram utilizados diferentes coeficientes de cultivo ou de cultura, a saber: 0,90 para o período compreendido entre o plantio e o início da floração; 1,15 entre a floração e o início da maturação dos racemos, e 0,5 durante a colheita; já o coeficiente de tanque utilizado foi de 0,75, conforme recomendações de Dorenbos e Pruitt (1997).

A determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação ***CUD***, foi realizada de acordo com a metodologia proposta por

Keller e Karmeli (1975). De posse dos valores das vazões medidos em cada emissor calculou-se o **CUD** do sistema de irrigação utilizando-se a expressão 2. Com isto, a uniformidade de distribuição de água foi de 87,75%.

$$CUD = \frac{\text{Média de } \frac{1}{4} \text{ das menores vazões}}{\text{Média de todas as vazões coletadas}} \quad (2)$$

O cabeçal de controle foi composto por uma eletrobomba com potência de 1,5 cv, de um filtro de disco e por um manômetro para verificação da pressão de funcionamento do sistema. A tubulação principal possuía diâmetro nominal de 50 mm, a tubulação de distribuição de água e as linhas laterais do sistema de irrigação eram de 50 mm e 16 mm, respectivamente. As linhas laterais possuíam 15,0 m de comprimento e continham de cinco a sete microaspersores dependendo do tamanho da parcela. Nas unidades experimentais foram instaladas duas linhas laterais de irrigação responsáveis pela irrigação de três fileiras de plantas. A vazão média dos emissores foi de 58,68 L h<sup>-1</sup>, trabalhando a uma pressão de serviço de 17 mca.

Cada parcela possuía uma válvula de fechamento rápido para facilitar o controle da irrigação, uma vez que o tempo de irrigação variou com o espaçamento. O tempo de irrigação foi calculado com base na lâmina de água necessária, na área da parcela, no número de microaspersores por parcela e na vazão média dos emissores. A água utilizada na irrigação foi proveniente de um canal secundário da Fazenda Experimental que é abastecido pela água proveniente do açude General Sampaio.

A irrigação foi a mesma para os tratamentos implantados em 19 de fevereiro de 2005, e a quantidade mensal de água aplicada a mamoneira via irrigação, bem como, aquela disponibilizada pela precipitação pluvial durante o período em que a cultura foi irrigada, podem ser observadas na Tabela 2.

## 2.5 Semeadura e tratos culturais

A cultura utilizada foi a mamoneira das cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”. A cultivar Nordestina possui porte médio, caule com coloração verde ceroso e nodoso, racemo de forma cônica e sementes de coloração preta. A floração

ocorre em torno de 50 dias após a emergência das plântulas, e o ciclo é de 250 dias em média (CARVALHO, 2005). A cultivar “Mirante 10”, possui porte normal com altura de inserção do primeiro racemo variando de 30-60 cm, com 7 a 9 internódios. O caule possui coloração vermelha, sem cera e aspecto nodoso. Apresenta ramificações do tipo taça e folhas com nervuras avermelhadas. A floração ocorre em torno de 38 dias após a emergência das plântulas, e em média o período entre a emergência e a colheita do primeiro racemo é de 110 dias (CULTIVAR, 2005).

**Tabela 2.** Consumo hídrico mensal e período de irrigação da mamoneira, nos tratamentos implantados na primeira época de semeadura. Pentecoste – CE. 2005.

Período	Pluviosidade (mm)	Irrigação (mm)	Pluviosidade+Irrigação
19.02 a 28.02	26,6	70,0	96,6,0
01.03 a 31.03	152,0	80,0	232,0
01.04 a 30.04	154,0	84,0	238,0
01.05 a 31.05	130,5	79,0	209,5
01.06 a 30.06	31,7	81,0	112,7
01.07 a 31.07	1,2	107,0	108,2
01.08 a 31.08	-	203,0	203,0
01.09 a 19.09	-	123,0	123,0
01.10 a 31.10	-	-	-
01.11 a 31.11	-	182,0	182,0
01.12 a 05.12	-	28,0	28,0
<b>Total</b>	<b>496,0</b>	<b>1.037,0</b>	<b>1.533,0</b>

O solo foi preparado convencionalmente cerca de 20 dias antes do plantio com uma aração profunda e uma gradagem niveladora. O plantio foi feito semeando-se de três a quatro sementes por cova seguindo-se os espaçamentos pré-estabelecidos. Aos 20 dias após a germinação procedeu-se ao desbaste cortando-se as plantas rente ao solo, permanecendo apenas uma planta por cova. Cada parcela possuía três fileiras de plantas com 15 metros de comprimento e a coleta dos dados foi realizada em quatro plantas na fileira central de cada parcela. Não houve necessidade de controle fitossanitário durante a condução do experimento.



Sempre que necessário realizou-se o controle das plantas daninhas através de capinas manuais com enxadas.

## **2.6 Colheita e beneficiamento**

Foram feitas várias colheitas ao longo do ciclo da cultura utilizando-se um alicate de poda e sacos de papel. Os racemos foram colhidos quando aproximadamente 2/3 dos frutos estavam maduros, em seguida foram identificados, separados por repetição e tratamento, e colocados para completar a secagem em casa de vegetação por um período de até 20 dias.

Após a secagem os racemos foram contados e pesados separadamente para cada tratamento, repetição e ordem. O beneficiamento dos frutos foi feito de forma manual após serem separados da raque.

## **2.7 Características avaliadas**

### **2.7.1 Altura da inserção do racemo primário e diâmetro do caule**

A altura média de inserção do racemo primário foi determinada a partir de medições efetuadas na época de maturação, considerando-se para tanto a distância vertical em metros do nível do solo até a inserção do racemo primário, com o auxílio de uma régua graduada com comprimento de 1 m.

O diâmetro caulinar foi determinado na época de maturação dos últimos racemos na base do caule com o auxílio de um paquímetro.

### **2.7.2 Altura de plantas e número de ramos no final do ciclo**

Após a última colheita foi mensurada a altura das plantas, considerando-se a distância vertical em metros do nível até a altura da folha mais nova. Nesta mesma época também foi contabilizado o número de ramificações caulinares.

### 2.7.3 Número de dias para a antese e número de internódios no caule

O número de dias para a antese correspondeu ao período, entre a emergência e a floração, necessário para que 50% das plantas da área útil de cada parcela emitissem a inflorescência principal. O número médio de internódio no caule foi determinado no início da floração, pela contagem a partir do nível do solo até a região de inserção do racemo primário.

### 2.7.4 Produtividade total de grãos, rendimento de óleo e percentagem de debulha

A produtividade de grãos foi obtida pela pesagem dos grãos de cada parcela após o beneficiamento com os valores sendo extrapolados para  $\text{kg ha}^{-1}$ . O rendimento de óleo em  $\text{kg ha}^{-1}$ , foi estimado a partir dos valores da produtividade de grãos e do percentual de óleo das sementes de cada repetição (Expressão 3).

$$RO = \frac{PTG \times PO}{100} \quad (3)$$

Sendo:

RO - Rendimento de óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ );

PTG - Produtividade total de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ );

PO - Percentual de óleo das sementes.

A percentagem de debulha ou rendimento percentual de grãos, foi determinada pelo quociente entre a produtividade total de grãos em  $\text{kg ha}^{-1}$  e a produtividade total de frutos em  $\text{kg ha}^{-1}$  (Expressão 4).

$$PD = \frac{PTG}{PTF} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

PD - Percentagem de debulha (%);

PTG - Produtividade total de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ );

PTF - Produtividade total de frutos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

### 2.7.5 Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total

A produtividade de grãos de cada ordem de racemo foi obtida separadamente, com isto, foi possível determinar a participação percentual de cada uma delas em relação à produtividade total, conforme a expressão (5).

$$Cr = \frac{PTR}{PTG} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

Cr - Contribuição relativa (%);

PTR - Produtividade de grãos dos racemos da ordem considerada ( $\text{kg ha}^{-1}$ );

PTG - Produtividade total de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

## 2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Bartlett para verificação da homogeneidade das variâncias e em seguida procedeu-se à análise da variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo na análise da variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional para análises estatísticas SAEG v. 5.0 da Fundação Arthur Bernardes da Universidade Federal de Viçosa (1993).

Com este mesmo programa, fez-se o estudo das correlações entre as características agrônomicas de cada cultivar de mamona, com o intuito de se determinar o grau de relação entre as variáveis dependentes através do cálculo dos coeficientes de correlação, cuja significância foi verificada pelo Teste t, em nível de 1% e 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Altura da inserção do racemo primário e diâmetro do caule

O resumo das análises das variâncias para os dados da altura da inserção do racemo primário e para o diâmetro médio do caule da mamoneira pode ser observado na Tabela 3. De acordo com os resultados verificou-se que os efeitos principais de cultivar e época de plantio variaram independentemente, e influenciaram em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, a característica altura de inserção do primeiro racemo, nenhuma das interações foi significativa.

Com relação ao diâmetro do caule foi observado que todos os efeitos principais (cultivar, espaçamento e época de plantio), afetaram significativamente esta característica, de acordo com o teste F ( $p \leq 0,01$ ). Todavia, estes fatores variaram de modo independente entre si e não foi verificada significância entre as interações (Tabela 3).

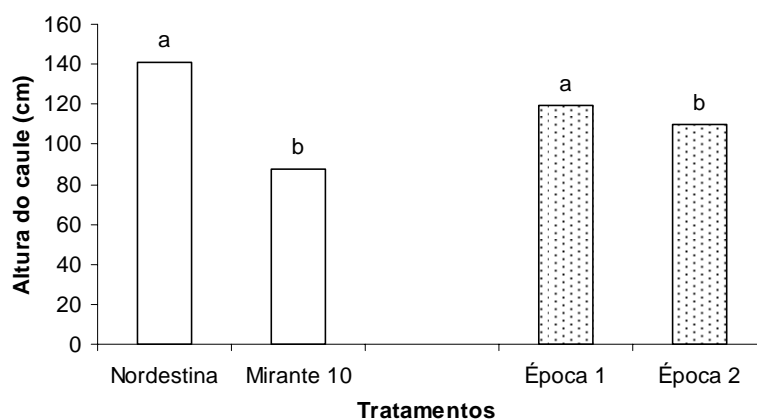
**Tabela 3.** Resumo das análises das variâncias para os dados da altura média da inserção do racemo primário (altura do caule) e diâmetro caulinar da mamoneira. Pentecoste - CE, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Altura	Diâmetro
Cultivar (C)	1	33973,52 **	14,47 **
Espaçamento (E)	2	369,81 ns	7,57 **
Época (P)	1	1430,18 **	45,94 **
Interação C x E	2	39,52 ns	0,04 ns
Interação C x P	1	325,52 ns	1,11 ns
Interação E x P	2	295,18 ns	0,38 ns
Interação C x E x P	2	802,89 ns	0,02 ns
Bloco	3	295,74 ns	0,94116 ns
Resíduo	33	147,53	0,33849
Total	47	-	-
<b>CV (%)</b>	-	<b>10,60</b>	<b>11,81</b>

(\*\*), significativo a 1% de probabilidade, (ns), não significativo pelo teste F.

Os valores médios da altura da inserção do racemo primário para os efeitos das cultivares e das épocas de plantio podem ser observadas na Figura 1. Entre as cultivares o maior valor obtido foi de 141 cm na cv. “BRS 149 Nordestina”, que diferiu significativamente daquele verificado na cv. “Mirante 10” (87 cm). Este resultado já era previsto para esta característica, uma vez que a cultivar “BRS 149 Nordestina” possui porte médio, enquanto a cv. “Mirante 10” é de porte mais baixo. Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) também verificaram que a altura da inserção do racemo primário variou com a cultivar utilizada. Todavia, Vieira et al. (1998) estudando o comportamento de linhagens e cultivares de mamoneira nas condições do Nordeste brasileiro, não constataram diferença estatística na altura do primeiro racemo dos materiais testados nos municípios de Irecê-BA e Monteiro na Paraíba.

Conforme classificação sugerida por Savy Filho et al. (1999) os valores da altura do racemo primário para as cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” são considerados alto e médio, respectivamente.

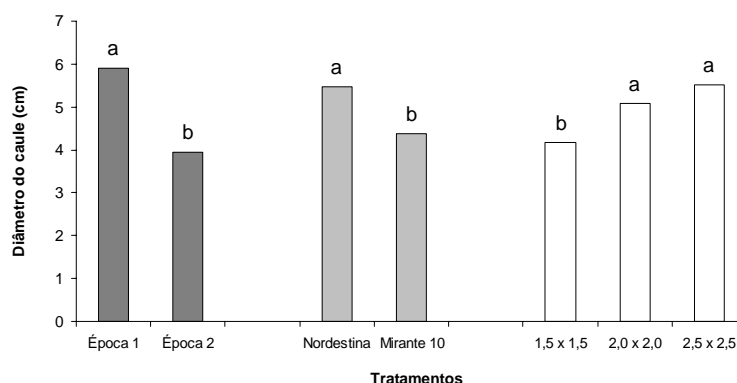


**Figura 1.** Altura da inserção do racemo primário das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes épocas. As colunas seguidas por letras diferentes em cada fator (cultivar ou época) indicam diferença estatística pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Pentecoste - CE, 2005.

Entre as médias das épocas, verificou-se que o maior valor (119 cm) foi registrado na época 1 com a antecipação do plantio para fevereiro, e houve diferença estatística em relação ao valor obtido na época 2 onde as plantas foram

cultivadas em condições de sequeiro, e o plantio foi feito no início do período chuvoso. Podendo-se inferir que a data de plantio e o uso da irrigação afetam de modo significativo este componente de crescimento. Corroborando com informações de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao relatarem que a altura de inserção do racemo primário sofreu incremento com o uso da irrigação e houve um aumento contínuo na medida em que se elevou a quantidade de água fornecida a cultura. Kittock e Williams (1968) também verificaram que a altura do primeiro racemo reduziu com o atraso do plantio, especialmente, em condições de sequeiro.

Os valores médios para o diâmetro do caule da mamoneira são apresentados na Figura 2. Dos resultados, Verificou-se que a época de plantio afetou significativamente esta característica, e foi na época 1 quando se realizou a semeadura mais precocemente que se obteve o maior valor (5,90 cm), que superou estatisticamente aquele verificado na época 2 (Figura 2). Estes resultados são condizentes com relatos de Kittock e Williams (1968) quando verificaram que a data de plantio afetou significativamente o diâmetro caulinar da mamoneira e os menores valores foram obtidos com as semeaduras tardias.



**Figura 2.** Diâmetro do caule da mamoneira cultivada em diferentes espaçamentos e épocas. As médias seguidas por letras diferentes para os fatores época de plantio (Dms= 0,34), cultivar (Dms= 0,34) e espaçamento (Dms= 0,50) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Pentecoste - CE, 2005.

Comparando-se os valores médios de cada cultivar, verificou-se que a cultivar “BRS 149 Nordesteína” possui um maior diâmetro em relação a cultivar “Mirante 10”. O maior porte desta cultivar justifica, ao menos parcialmente, o seu maior diâmetro caulinar, cuja média foi de 5,47 cm contra 4,37 cm para a cv.

“Mirante 10”. De acordo com Savy Filho et al. (1999) estes valores são classificados como grosso e médio respectivamente.

Entre os espaçamentos, observou-se que o diâmetro do caule reduziu com o adensamento do plantio e os menores valores foram verificados no menor espaçamento. Isto pode significar, que em condições de altas densidades populacionais a competição entre as plantas pelo substrato ecológico se intensifica, o que resulta em vegetais com crescimento reduzido, com menor altura e diâmetro do caule, ocorrendo o contrário quando a cultura é cultivada em baixa população. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Azevedo et al. (1998) ao verificarem que o diâmetro caulinar da mamoneira reduziu com o aumento da população de plantas.

### **3.2 Altura de plantas e número de ramos no final do ciclo**

O resumo das análises das variâncias para os dados da altura média das plantas e para o número de ramificações no caule da mamoneira no final do ciclo, se encontra na Tabela 4. Para a característica altura de planta verificou-se significância estatística para os efeitos principais cultivar e época de plantio, em nível de 1% de probabilidade e para os efeitos das interações cultivar x espaçamento e cultivar x época de plantio a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F (Tabela 4), indicando dependência entre os fatores destas interações.

Para a característica número de ramos laterais ao final do ciclo de cultivo, foi verificado efeito significativo para os fatores cultivar, espaçamento e época de plantio ( $p \leq 0,01$ ) e para a interação cultivar x espaçamento e espaçamento x época, pelo teste F em nível de 5% de probabilidade (Tabela 4).

O desdobramento das interações duplas significativas em teste de comparação de médias para a altura das plantas, pode ser observado na Tabela 5. Para a interação cultivar x espaçamento, não se verificou diferença estatística nas alturas das plantas, tanto da cultivar Nordestina como da cv. “Mirante 10” com a mudança no espaçamento. Levando-se a crer que o nível populacional que variou de 4.444 a 1.600 plantas por hectare no menor e maior espaçamento respectivamente, não interferiu na altura das plantas da mamoneira.

**Tabela 4.** Resumo das análises das variâncias para os dados de altura de plantas e número de ramos laterais da mamoneira ao final do ciclo de cultivo. Pentecoste - CE, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Altura de plantas	Número de ramos
Cultivar (C)	1	16465,02 **	84,80 **
Espaçamento (E)	2	416,02 ns	59,05 **
Época (P)	1	150416,02 **	56,76 **
Interação C x E	2	1962,77 *	5,44 *
Interação C x P	1	7375,52 **	1,08 ns
Interação E x P	2	1292,14 ns	4,28 *
Interação C x E x P	2	454,14 ns	3,36 ns
Bloco	3	4449,02 **	1,51 ns
<i>Resíduo</i>	33	591,00	1,04
Total	47	-	-
<b>CV (%)</b>	-	<b>9,96</b>	<b>16,89</b>

(\*\*, \*), significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, (ns), não significativo pelo teste F.

Tal constatação está em desacordo com informações de Azevedo et al. (1997a), ao afirmarem que em baixas populações ocorre um desenvolvimento mais exuberante das plantas. Os autores também salientam que em espaçamentos mais estreitos a competição intra-específica aumenta, e restringe o tamanho da planta. Mas, corrobora com informações de Gondim et al. (2004) ao relatarem que a variação na densidade de plantio não influenciou a altura das plantas.

Contudo, quando se comparou os valores médios das alturas das duas cultivares dentro de cada espaçamento individualmente, verificou-se maior altura na cultivar “BRS 149 Nordestina” do que na cultivar “Mirante 10”, nos espaçamentos de 1,5 e 2,0 m, porém, no maior espaçamento de 2,5 m as duas cultivares tiveram altura semelhante e suas médias não deferiram estatisticamente (Tabela 5).

Com estes resultados, pode-se presumir que em espaçamentos mais estreitos a cultivar “BRS 149 Nordestina” expressa melhor o seu status de porte médio, em relação a cv. “Mirante 10”. Gondim et al. (2004) também verificaram que a mamoneira de porte médio apresentou tendência de aumento da altura com o aumento da densidade populacional. Em condições de baixa densidade populacional



como é o caso do plantio em espaçamento de 2,5 m ou superior, as plantas assumem aspecto de taça com maior crescimento lateral, em detrimento do crescimento vertical, com formação de copa.

**Tabela 5.** Altura de plantas (m) de duas cultivares de mamona ao final do ciclo de cultivo. (desdobramento das interações duplas). Pentecoste - CE, 2005.

Tratamentos	Espaçamento			Cultivar	
	1,5 m	2,0 m	2,5 m	Nordestina	Mirante 10
	-----Altura de plantas (m)-----				
Época 1	2,99	3,11	2,89	3,31 Aa	2,69 Ba
Época 2	1,78	1,87	1,98	1,94 Ab	1,82 Ab
Nordestina	2,67 Aa	2,70 Aa	2,50 Aa	-	-
Mirante 10	2,10 Ab	2,28 Ab	2,37 Aa	-	-
DMS <sub>Linha</sub>		0,29			0,20
DMS <sub>Coluna</sub>		0,24			0,20

Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Considerando a interação de segunda ordem cultivar x época de plantio, observou-se que dentro da época 1 a cultivar “BRS 149 Nordeste” teve uma maior altura em comparação com a cultivar “Mirante 10”, porém na época 2 quando as plantas foram cultivadas em condições de sequeiro não se verificou diferença estatística entre as cultivares. Tal fato suscita a hipótese de que em condições de restrição hídrica ou de pouca chuva a cv. “BRS 149 Nordeste” de porte médio tem seu crescimento afetado, e se iguala a cultivar “Mirante 10” que possui um menor porte (Tabela 5).

Quanto ao efeito das épocas de plantio dentro de cada cultivar, observou-se que o uso da irrigação na época 1, promoveu as maiores alturas de plantas em ambas cultivares, sendo os valores superiores estatisticamente aqueles obtidos na época 2, onde as plantas foram cultivadas em regime de sequeiro. Desse modo, pode-se supor que em condições irrigadas tanto da cultivar. “BRS 149 Nordeste” como a cultivar “Mirante 10”, tem o seu crescimento em altura favorecido (Tabela 5). Este comportamento já era esperado, pois, em condições de correto suprimento hídrico a mamoneira cresce e se desenvolve de forma mais exuberante, o que corrobora com informações de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao

verificarem que a altura das plantas da mamoneira aumentou com o uso da irrigação, além disso, a época de plantio também afetou o crescimento das plantas.

Em média a cv. “BRS 149 Nordestina” atingiu altura de 2,62 m e a cv. “Mirante 10” chegou a 2,25 m, sendo classificados como alto e médio, respectivamente, conforme Savy Filho et al. (1999), e acompanham o comportamento do diâmetro e da altura da inserção do primeiro racemo discutido anteriormente.

O desdobramento das interações duplas significativas em teste de médias para a característica número de ramos laterais está contido na Tabela 6. Pelos resultados verificou-se que para a interação cultivar x espaçamento o número de ramos laterais aumentou com o aumento do espaçamento, tanto para a cultivar “BRS 149 Nordestina” como para a cultivar “Mirante 10”, e no espaçamento de 1,5 m as plantas tiveram uma menor quantidade de ramificações laterais. É possível que o espaçamento mais largo de 2,5 m tenha concorrido para uma menor competição intra-específica que favoreceu o surgimento de mais ramos laterais.

**Tabela 6.** Número de ramificações laterais (unid.) ao final do ciclo de cultivo das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos. (desdobramento das interações duplas). Pentecoste - CE, 2005.

Tratamentos	Espaçamentos			Médias
	1,5 m	2,0 m	2,5 m	
	-----Número de ramos (unid.)-----			
Nordestina	4,65 Ca	7,85 Ba	9,58 Aa	<b>7,36 a</b>
Mirante 10	3,28 Bb	4,90 Ab	5,94 Ab	<b>4,70 b</b>
Época 1	4,65 Ca	7,28 Ba	9,43 Aa	<b>7,12 a</b>
Época 2	3,28 Bb	5,47 Ab	6,09 Ab	<b>4,95 b</b>
DMS <sub>Linha</sub>		1,25		-
DMS <sub>Coluna</sub>		1,03		0,59

Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).

Estes resultados, são consistentes e confirmam informações de Azevedo et al. (1997a) ao afirmarem que na medida em que se aumenta o número de plantas por unidade de área, aumenta-se também a competição pelo substrato ecológico, e quando a demanda pelos fatores de produção supera a sua oferta inicia-se o

processo competitivo com restrição do tamanho da planta. Azevedo et al (1997b) também informam que em maiores espaçamentos existe uma maior disponibilidade de recursos naturais para cada planta, e tais circunstâncias, permitem o desenvolvimento de indivíduos grandes e exuberantes, o que reforça os resultados da presente pesquisa.

Estudando-se o efeito individual de cada espaçamento dentro das duas cultivares, observou-se maior número de ramos laterais na cv. “BRS 149 Nordestina” quando comparada a cv. “Mirante 10” em todos os espaçamentos utilizados, com valores médios de 7,36 e 4,70 ramos respectivamente, evidenciando-se, portanto, um maior crescimento de estruturas vegetativas na cultivar Nordestina (Tabela 6). Todavia, cumpre ressaltar que o elevado número de ramos laterais é uma característica agrônômica indesejável, para o caso de a colheita ser realizada mecanicamente. Ao contrário, para o caso da colheita manual, muitos ramos podem significar elevado número de racemos por planta, e conseqüentemente maior potencial produtivo.

Em se tratando da interação espaçamento x época de plantio, observou-se tanto na época 1 (sob irrigação) como na época 2 (em regime de sequeiro) que o espaçamento mais aberto conferiu o maior número de ramificações laterais (Tabela 6), indicando mais uma vez que nestas condições as plantas de mamoneira possuem maior crescimento, tendo em vista a menor competição intra-específica. Resta saber se este maior número de ramos laterais que resulta em maior número de racemos por planta, compensa a menor população de plantas por unidade de área em termos de produtividade.

Quando se estudou o efeito da época dentro de cada espaçamento constatou-se que a média obtida na época 1 em condições irrigadas foi superior aquela da época 2 onde as plantas foram cultivadas em regime de sequeiro, e tal resposta se repetiu em todos os espaçamentos testados, evidenciando que em condições de sequeiro a mamoneira tem seu crescimento vegetativo prejudicado, especialmente se as chuvas ocorridas não forem suficientes para suprir a demanda hídrica da cultura. Estes resultados são condizentes com achados de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) que observaram redução no crescimento das plantas com a redução da lâmina de água aplicada, e com relatos de Schurr et al. (2000) ao verificarem que o estresse por seca afetou negativamente o crescimento, pela redução nas taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> e de transpiração da mamoneira.

### 3.3 Número de internódios e de dias para a floração

O resumo das análises das variâncias para os dados do número de internódios no caule da mamoneira até a inserção do racemo primário e para o número de dias para o início da floração (precocidade) é apresentado na Tabela 7. Pelos resultados constatou-se significância estatística para os efeitos principais de cultivar e época de plantio para a característica número de internódio, pelo teste F em nível de 1% de probabilidade. Com relação aos dados de precocidade foi verificada diferença estatística para os efeitos principais cultivar e época de plantio e para a interação cultivar x época, pelo teste F, em nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente (Tabela 7).

**Tabela 7.** Resumo das análises das variâncias para os dados do número de internódios e do número de dias para a floração. Pentecoste - CE, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Nº de internódios	Precocidade
Cultivar (C)	1	1271,02 **	9775,52 **
Espaçamento (E)	2	0,27 ns	9,18 ns
Época (P)	1	150,52 **	475,02 **
Interação C x E	2	3,64 ns	4,52 ns
Interação C x P	1	2,52 ns	72,52 *
Interação E x P	2	2,77 ns	27,89 ns
Interação C x E x P	2	1,64 ns	11,64 ns
Bloco	3	4,07 ns	3,02 ns
<i>Resíduo</i>	33	1,94003	10,33
Total	47	-	-
<b>CV (%)</b>	-	<b>8,18</b>	<b>5,32</b>

(\*\*, \*), significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, (ns), não significativo pelo teste F.

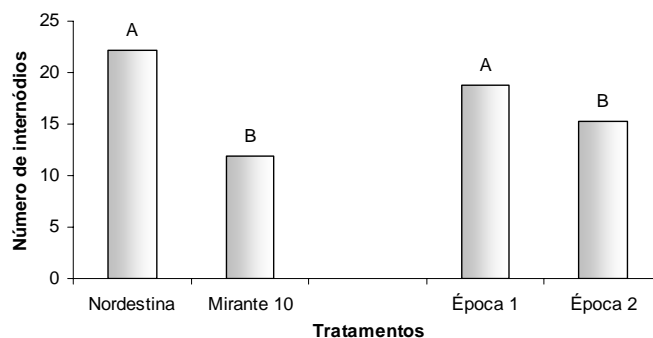
Os valores médios para os dados do número de internódios das duas cultivares e nas duas épocas de plantio podem ser observados na Figura 3. Na comparação entre os valores médios das cultivares, constatou-se que a cv “BRS 149 Nordestina” teve um maior número de internódio do que a cv. “Mirante 10”, o que se deve supostamente ao maior porte da cultivar Nordestina, que possui maior

comprimento do caule em comparação com a cv. “Mirante 10”. Elevado número de internódio foi observado na cultivar “BRS 149 Nordestina”, média de 22,17 internódios (Figura 3), este valor é superior ao apresentado por Savy Filho et al. (1990) para a cv. IAC-226.

Por outro lado, a cv. “Mirante 10” teve em média apenas 12 internódios no caule, número considerado baixo, segundo Savy Filho et al. (1999). Podendo indicar que esta cultivar é mais precoce que a cultivar “BRS 149 Nordestina”, pois, como salienta Zimmermam (1958) o número de internódios até a primeira inflorescência é uma importante característica agrônômica da mamoneira e está intimamente relacionada com a precocidade da cultura, de modo que quanto menor o número de internódio, mais precoce será a planta.

Na comparação entre as médias das épocas de plantio, verificou-se que na época 1 com a antecipação da semeadura para fevereiro, as plantas desenvolveram um maior número de internódios do que na época 2, quando se realizou o semeio no início da estação chuvosa no mês de abril de 2005 (Figura 3). O que é condizente com informações de Kittock e Williams (1968) ao verificarem que a época de plantio afetou significativamente o número de internódio da mamoneira, e os menores valores foram observados com o atraso do plantio. Zimmermam (1958) também constatou alterações no número de internódio em virtude da data de plantio, e atribuiu tais diferenças às condições ambientais ocorridas durante a estação de crescimento da cultura em cada época de plantio, notadamente, temperatura e disponibilidade de umidade. A este respeito Heckenberger, Roggatz e Schurr (1998) reportam que as condições ambientais afetam decisivamente a taxa de crescimento da mamoneira.

A maior disponibilidade de umidade na época 1, pode ter contribuído com a obtenção dos maiores valores do número de internódios, indicando que sob regime de irrigação as plantas possuem uma maior altura devido ao elevado número de internódio, e que nestas condições é comum a ocorrência de plantas com florescimento tardio. Weiss (1971) salienta que em condições irrigadas a mamoneira pode privilegiar o crescimento vegetativo e retardar o florescimento e a maturação dos frutos. Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (1999) também verificaram favorecimento do crescimento vegetativo com o uso da irrigação.



**Figura 3.** Número médio de internódios até a emissão do racemo principal da mamoneira das cultivares “BRS 149 Nordesteina” e “Mirante 10”. As letras diferentes nas colunas de cada efeito (cultivar ou época) indicam diferença estatística entre as médias dos tratamentos, segundo o teste F a 1% de probabilidade. Pentecoste - CE, 2005.

O desdobramento da interação dupla significativa cultivar x época de plantio em teste de médias para a característica precocidade, revelou que a cv. “Mirante 10” foi mais precoce do que a cv. “BRS 149 Nordesteina” nas duas épocas e sistemas de cultivo utilizado (Tabela 8). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Laureti et al. (1998) que verificaram diferença estatística entre as médias de precocidade de cinco cultivares de mamona.

**Tabela 8.** Número médio de dias para o início da floração das cultivares de mamona “BRS 149 Nordesteina” e “Mirante 10” cultivadas em diferentes épocas. Pentecoste - CE, 2005.

Tratamentos	Cultivar	
	Nordestina	Mirante 10
-----Número de dias para a floração-----		
Época 1	79,08 Aa	48,08 Ba
Época 2	70,33 Ab	44,25 Bb
DMS Linha	2,67	
DMS Coluna	2,67	

Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para o efeito de época dentro de cada cultivar constatou-se que ambas cultivares se comportaram de modo diferenciado nas duas épocas de plantio, e quando se utilizou a irrigação (época 1) a mamoneira foi mais tardia do que quando

cultivada em condições dependentes de chuvas (época 2), tanto para a cv. “BRS 149 Nordestina” como para a “Mirante 10” (Tabela 8).

Estes resultados são condizentes com os obtidos por Laureti et al. (1998) que observaram plantas com floração mais tardia em cultivo irrigado. Tal fato reforça a hipótese de que sob condições irrigadas (época 1) as plantas possuem maior porte e número de internódio, e por isso adiam a floração.

A cultivar “BRS 149 Nordestina” necessitou em média de 79,08 e 70,33 dias para a iniciação floral nas épocas 1 e 2, respectivamente (Tabela 8). Estes valores são superiores aos apresentados por Embrapa Algodão (2002) e Carvalho (2005) ao informarem que o período entre a emergência e a floração da cultivar “BRS 149 Nordestina” é de 50 dias em média. Já a cultivar “Mirante 10” que é mais precoce levou em média 48,08 e 44,25 dias para atingir o florescimento nas épocas 1 e 2, respectivamente (Tabela 8).

### **3.4 Produtividade total de grãos, rendimento de óleo e percentagem de debulha**

O resumo das análises das variâncias para os dados de produtividade de grãos, rendimento de óleo e percentagem de debulha, é apresentado na Tabela 9. Para a produtividade de grãos houve diferença estatística apenas para o efeito de época de plantio, que variou independentemente dos demais fatores testados em nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Quanto ao rendimento de óleo, verificou-se diferença significativa nos fatores cultivar e época ( $p \leq 0,01$ ) e para o efeito de espaçamento ( $p \leq 0,05$ ). Estes fatores variaram independentemente e nenhuma das interações foi significativa conforme o teste F. Com relação ao rendimento percentual de grãos constatou-se efeito significativo apenas para o fator principal cultivar, em nível de 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 9).

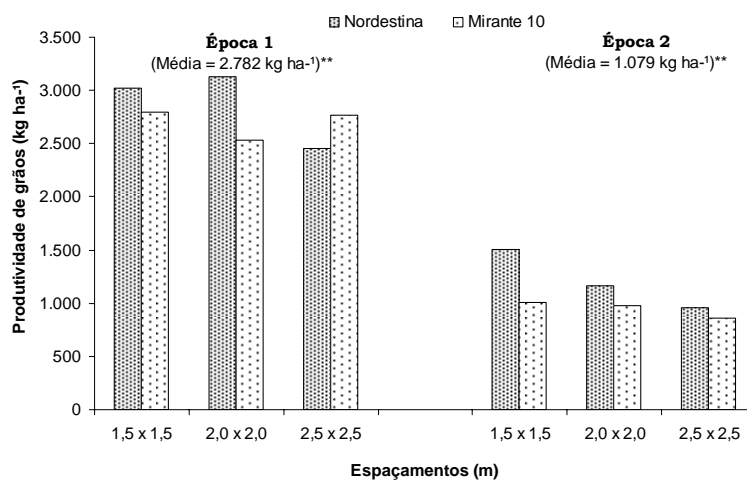
Na Figura 4 estão contidas as médias da produtividade de grãos nos diferentes tratamentos estudados. Pelos resultados verificou-se que as maiores produtividades de grãos foram obtidas com a antecipação do plantio para fevereiro de 2005 com o uso da irrigação (época 1) e a cultivar “BRS 149 Nordestina” semeada no espaçamento intermediário de 2,0 m x 2,0 m, foi a que conferiu a maior produtividade com uma média de 3.124 kg ha<sup>-1</sup>, mas, não houve diferença estatística

entre as médias dos tratamentos. Esta produtividade é superior à mencionada por Embrapa Algodão (2002) cujo rendimento médio da cv. “BRS 149 Nordestina” em condições de sequeiro é de 1.500 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto, Carvalho (2005) afirma que em regime de irrigação a produtividade desta cultivar pode superar 5.000 kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 9.** Resumo das análises das variâncias para os dados de produtividade de grãos (PG), rendimento de óleo (RO) e percentagem de debulha (PD). Pentecoste - CE, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		PG	RO	PD
Cultivar (C)	1	557137,6 ns	423161,3 **	757,714 **
Espaçamento (E)	2	419873,5 ns	105684,5 *	24,691 ns
Época (P)	1	34821600 **	6398164 **	18,463 ns
Interação C x E	2	305555,3 ns	79145,13 ns	3,679 ns
Interação C x P	1	24338,55 ns	5967,125 ns	40,362 ns
Interação E x P	2	10510,38 ns	1884,117 ns	24,218 ns
Interação C x E x P	2	194812,5 ns	47529,61 ns	10,492 ns
Bloco	3	873071,6 **	166507,9 **	0,974 *
Resíduo	33	172287,1	29068,48	18,861
Total	47	-	-	-
<b>CV (%)</b>	-	<b>21,49</b>	<b>19,83</b>	<b>7,17</b>

(\*\*, \*), significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, (ns), não significativo pelo teste F.



**Figura 4.** Produtividade de grãos da mamoneira cultivada em diferentes épocas e espaçamentos. \*\*As médias do efeito época diferem estatisticamente pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Pentecoste - CE, 2005.



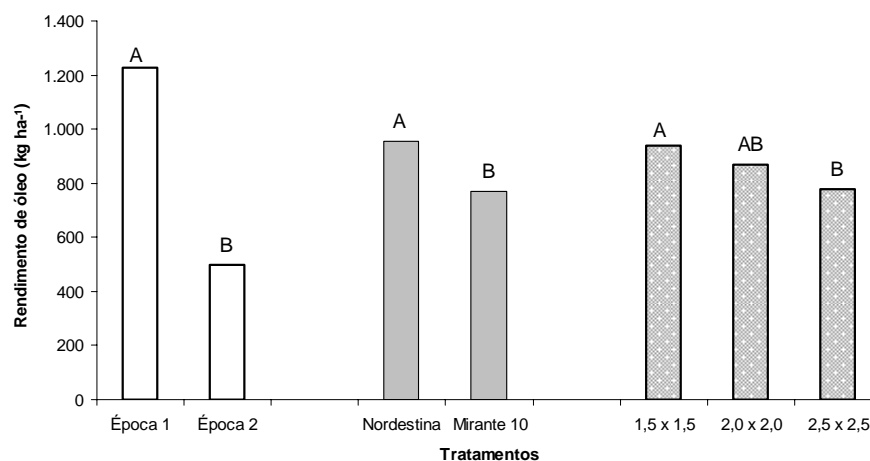
Pela comparação das médias das produtividades de grãos entre as épocas de plantio, constatou-se que a época 1 com uma média de 2.782 kg ha<sup>-1</sup>, superou estatisticamente o valor obtido com a semeadura na época 2 com cultivo em condições dependentes de chuvas, que foi de apenas 1.079 kg ha<sup>-1</sup>, independente das cultivares e dos espaçamentos testados. Supostamente, dois fatores contribuíram para estas diferenças, o primeiro deles se refere as diferentes condições ambientais predominantes em cada época de semeadura, e o segundo ao uso da irrigação que deve ter favorecido a obtenção de maiores produtividades na primeira época de plantio, o que revela a importância desta prática para o aumento da produtividade da cultura.

Estes resultados estão em consonância com relatos de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao verificarem que a irrigação promoveu ganhos significativos de produtividade em relação ao cultivo de sequeiro, e registraram valores de até 4.049 kg ha<sup>-1</sup>. Beltrão (2006) também relata que sob regime de irrigação a mamoneira pode atingir produtividades superiores a 6.000 kg ha<sup>-1</sup>, e salienta que o uso desta técnica somente se justifica quando está aliado a utilização de elevada tecnologia de produção.

Pelo exame da Figura 5, percebe-se que o rendimento de óleo variou significativamente entre as épocas de plantio, cultivares e espaçamentos. Com o plantio em fevereiro sob condições irrigadas (época 1), observou-se o maior rendimento de óleo 1.227,92 kg ha<sup>-1</sup>, contra apenas 498,33 kg ha<sup>-1</sup> de óleo registrado na época 2, em condições de sequeiro. É provável que as condições ambientais reinantes na primeira época de plantio, bem como, a utilização da irrigação e a maior estação de crescimento, que as planas foram submetidas, tenham propiciado um maior rendimento de óleo (Figura 5). Estes resultados também podem ser atribuídos ao efeito do manejo cultural no aumento da produtividade de grãos e por conseguinte no rendimento de óleo. Confirmando informações de Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) ao verificarem que o rendimento de óleo acompanhou a variação na produtividade de grãos, que foi mais decisiva do que o percentual de óleo na semente para a determinação do rendimento de óleo.

Entre as cultivares, verificou-se maior rendimento de óleo na cv “BRS 149 Nordestina” com média de 957,08 kg ha<sup>-1</sup>, contra 769,17 kg ha<sup>-1</sup> para a cv. “Mirante 10” (Figura 5). Estes valores diferiram estatisticamente entre si, e é possível que a

maior produtividade de grãos e teor de óleo nas sementes registrado na cv. “BRS 149 Nordestina” tenham contribuído decisivamente para o aumento no rendimento de óleo desta cultivar. Apesar disso, os valores obtidos são inferiores ao mencionado por Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) cuja estimativa é de 1.352 kg ha<sup>-1</sup> de óleo.

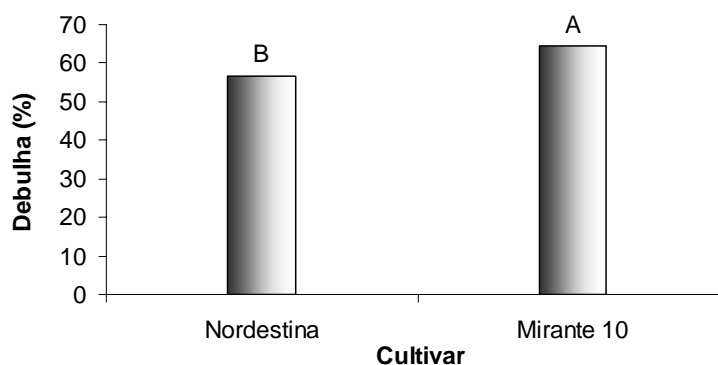


**Figura 5.** Comparação das médias dos dados de rendimento de óleo da mamoneira para os efeitos principais da análise da variância. Para os parâmetros época de plantio e cultivar (Dms= 100,59) e espaçamento (Dms= 148) as médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p= 0,05$ ). Pentecoste - CE, 2005.

Estudando-se os espaçamentos verificou-se que o maior rendimento de óleo com média de 940 kg ha<sup>-1</sup> foi obtido quando se realizou o semeio no menor espaçamento entre fileiras de plantas (1,5 m), que não diferiu estatisticamente do valor obtido com o plantio no espaçamento intermediário de 2,0 metros, mas foi superior ao valor médio registrado no espaçamento mais aberto de 2,5 m, cujo rendimento foi de 778 kg ha<sup>-1</sup> de óleo (Figura 5). Estes resultados podem ser explicados, levando-se em conta a tendência de aumento da produtividade de grãos e do teor de óleo das sementes das plantas cultivadas nos menores espaçamentos. Vale ressaltar que em espaçamentos mais estreitos, a produção de racemos por planta é reduzida, e isto pode indicar que os poucos racemos produzidos apresentam sementes com maior teor de óleo, em virtude, de uma competição intra-planta, supostamente menor. O que diverge de resultados obtidos por Távora et al. (1974) ao concluírem que variações na densidade de plantio não afetaram a

produtividade de grãos e a porcentagem de óleo das sementes, que são os fatores determinantes do rendimento de óleo.

A representação gráfica do rendimento relativo de grãos (porcentagem de debulha) para o efeito principal cultivar, pode ser observada na Figura 6. Pelos resultados, constatou-se que independente da época de plantio ou do espaçamento utilizado, a cultivar “Mirante 10” tem um maior rendimento relativo de grãos (64,51%). O qual foi superior estatisticamente aquele registrado na cultivar “BRS 149 Nordestina” de 56,57% (Figura 6). Desse modo, é provável que o fato de a cultivar “Mirante 10”, possuir frutos menores com casca mais delgada, tenha favorecido tais resultados. De um modo geral estes valores são inferiores aos citados por Duke (1983) que relata rendimento percentual de grãos entre 65% e 75% dependendo do grau de maturação dos frutos, da cultivar e das condições ambientais.



**Figura 6.** Rendimento relativo de grãos das cultivares de mamona “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”, cultivadas em diferentes épocas e espaçamentos. As letras diferentes nas colunas significam diferença estatística entre as médias dos tratamentos, pelo teste F a 1% de probabilidade. Pentecoste - CE, 2005.

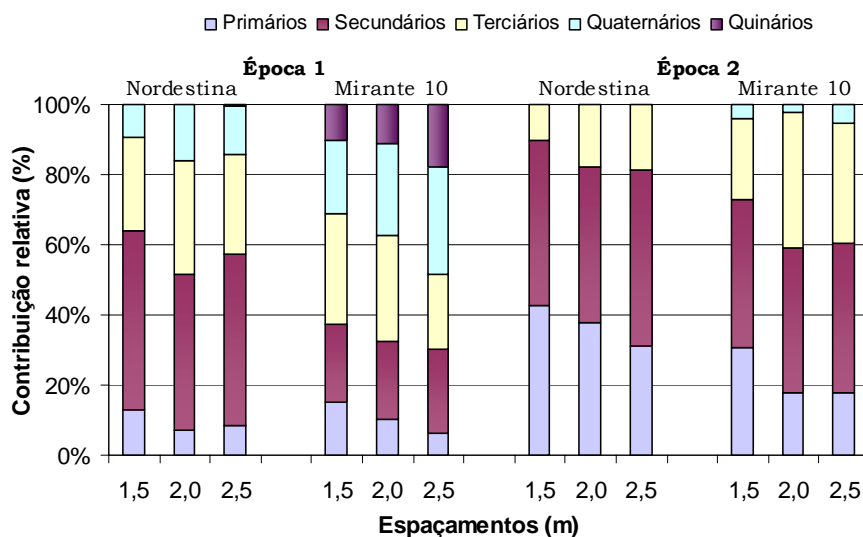
### 3.5 Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total

Os valores médios da contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total da mamoneira nos diferentes tratamentos estudados podem ser observados na Figura 7. Na época 1, com a antecipação do plantio para fevereiro e sob regime de irrigação, as duas cultivares produziram racemos de ordens mais

avançadas do que na época 2, em condições de sequeiro e com semeio no início da estação chuvosa.

Quando semeada na primeira época, a cultivar “BRS 149 Nordestina” produziu racemos de até quarta ordem que contribuíram em média com 13,08% da produção, ao passo que a cv. “Mirante 10” produziu racemos até a quinta ordem, os quais tiveram uma participação de 13,09%. Por outro lado, no plantio sob condições dependentes de chuvas na época 2, a produção de racemos diminuiu e a cultivar “BRS 149 Nordestina” atingiu apenas a terceira ordem, enquanto a “Mirante 10” produziu racemos de primeira a quarta ordem (Figura 7).

Estes resultados podem ser atribuídos, tanto ao efeito da irrigação como ao plantio precoce em fevereiro que possibilitou uma maior estação de crescimento para as duas cultivares, uma vez que sendo uma planta de crescimento indeterminado, se houver disponibilidade adequada de água e nutrientes a mamoneira amplia o período reprodutivo e passa a florescer de forma quase contínua, fazendo com que os racemos de ordens mais avançadas representem um percentual significativo da produtividade da cultura.



**Figura 7.** Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total de duas cultivares de mamona cultivada em diferentes épocas e espaçamentos. Pentecoste - CE, 2005.

Vijaya Kumar et al. (1997) também verificaram que a época de plantio afetou a percentagem de contribuição de cada ordem de racemo na produtividade

total da mamoneira, e acrescentaram que diferentes épocas de plantio expõem as ordens de racemo a diferentes condições ambientais, o que promove alterações na participação de cada uma delas no rendimento total. De modo semelhante, Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) verificaram que dependendo das condições ambientais e da cultivar em estudo, o uso da irrigação pode elevar a participação dos racemos de ordens mais avançadas na produtividade total.

É interessante perceber que com a antecipação do plantio (época 1) a participação dos racemos primários é reduzida a patamares inferiores a 20%, para as duas cultivares e nos três espaçamentos testados. Este comportamento pode ser justificado pelo fato de a participação das demais categorias de racemo aumentar com a utilização da irrigação. Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) também constataram redução na participação dos racemos primários em condições irrigadas, e tal redução aumentou na medida em que a quantidade de água fornecida a cultura aumentava. Já na época 2, a participação dos racemos de primeira ordem aumentou e atingiu valores superiores a 40% para a cv. “BRS 149 Nordestina” semeada no espaçamento de 1,5 m (Figura 7).

O espaçamento utilizado também afetou a participação de cada ordem de racemo na produtividade total e o estreitamento do plantio, ou seja, a semeadura no menor espaçamento (1,5 m), propiciou a menor contribuição dos racemos de quarta e quinta ordens nas duas cultivares e nas duas épocas de plantio, com exceção da cv. “Mirante 10” na época 2, onde o menor percentual de produção referente aos racemos quaternários ocorreu no espaçamento intermediário de 2,0 metros (Figura 7). Também foi nos menores espaçamentos onde se verificou as maiores participações dos racemos primários, o que pode ser atribuído à baixa emissão de racemos terciários, quaternários e quinários em espaçamentos mais fechados. O que está relacionado com o desenvolvimento de plantas menos exuberantes em condições de altas densidades populacionais, como salienta Azevedo et al. (1997b). Estes resultados são condizentes com informações de Távora et al. (1974) ao verificarem que quanto mais adensado o plantio, maior a participação dos racemos primários na produtividade total da mamoneira, e foram registrados valores de até 63,66% de contribuição do racemo primário, quando a mamoneira foi cultivada numa densidade de plantio de 20 mil plantas por hectare.

Em média os racemos que mais contribuíram para a produtividade da mamoneira independente do tratamento foram os secundários com 40,01%,

seguidos dos terciários, primários, quaternários e quinários com percentuais de 26,10%, 19,88%, 10,70% e 3,31% respectivamente. Corroborando com informações de Kittock e Williams (1968) e de Lins (1976) ao verificarem que os racemos secundários são os que mais contribuem com o rendimento total da mamoneira. Todavia, Vijaya Kumar et al. (1997) observaram que os racemos de primeira ordem foram os que participaram com o maior percentual da produção atingindo valores de 59%.

### 3.6 Estudo de correlações

O estudo de correlação entre as características agronômicas da mamoneira, foi realizado separadamente em cada cultivar, visto que as cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”, apresentam diferenças quanto ao porte, ciclo, tamanho das sementes e precocidade.

Na Tabela 10, são apresentados os coeficientes de correlação entre as características em estudo, para a cultivar “Mirante 10”. Pelos resultados, verificou-se correlação positiva e altamente significativa entre a altura das plantas (ALT) mensurada ao final do ciclo de cultivo e produtividade total de grãos (PTG)  $r = 0,91^{**}$ . Indicando que estas características variaram em um mesmo sentido, e que existe uma tendência de aumento da produtividade de grãos com o aumento na altura das plantas. Lima e Santos (1998) também verificaram correlação positiva e significativa entre produtividade e altura de plantas da mamoneira.

Houve correlação positiva entre a produtividade de grãos e o rendimento de óleo, em nível de 5% de probabilidade pelo Teste t. O número de internódios até a emissão do racemo primário (NINT) foi positivo e significativamente correlacionado com a altura das plantas e com a precocidade da cultura. Desse modo, pode-se inferir que plantas mais altas e com maior número de internódios, são também mais tardias. Todavia, não há redução de produtividade com o atraso da iniciação floral, pois, a altura das plantas e o número de internódios, foram positivamente correlacionados com a produtividade de grãos da cultivar “Mirante 10” (Tabela 10).

Para a cultivar “BRS 149 Nordestina”, observou-se correlação positiva e significativa entre a produtividade de grãos e as características altura de plantas ( $r = 0,93^{**}$ ), precocidade ( $r = 0,51^*$ ), número de internódios até a emissão do racemo

primário (0,79\*\*) e rendimento de óleo (0,48\*). A característica altura das plantas, também foi correlacionada positivamente com o número de internódios e precocidade da mamoneira, constatando-se que o número de dias para a iniciação floral aumentou com o número de internódios no caule e com a altura das plantas (Tabela 11).

**Tabela 10.** Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da cultivar de mamona “Mirante 10”. Pentecoste – CE, 2005.

Característica	PTG	ROIL	NINT	PRE	NRAM	ALT
ALT	0,91**	0,29ns	0,71**	0,34ns	0,73**	1,00
NRAM	0,56**	-0,12ns	0,29ns	-0,02ns	1,00	
PRE	0,35ns	0,24ns	0,75**	1,00		
NINT	0,73**	0,41*	1,00			
ROIL	0,45*	1,00				
PTG	1,00					

\*\*; \*, ns, significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo Teste t. ALT, altura da planta no final do ciclo; NRAM, número de ramos laterais; PRE, precocidade; NINT, número de internódios; ROIL, rendimento de óleo; PTG, produtividade de grãos.

**Tabela 11.** Coeficientes de correlação entre algumas características agronômicas da cultivar de mamona “BRS 149 Nordestina”. Pentecoste – CE, 2005.

Característica	PTG	ROIL	NINT	PRE	NRAM	ALT
ALT	0,93**	0,33ns	0,83**	0,58**	0,33ns	1,00
NRAM	0,30ns	0,41ns	0,59**	0,32ns	1,00	
PRE	0,51*	0,00ns	0,54**	1,00		
NINT	0,79**	0,17ns	1,00			
ROIL	0,48*	1,00				
PTG	1,00					

\*\*; \*, ns, significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo Teste t. ALT, altura da planta no final do ciclo; NRAM, número de ramos laterais; PRE, precocidade; NINT, número de internódios; ROIL, rendimento de óleo; PTG, produtividade de grãos.

## 4 CONCLUSÕES

A antecipação do plantio associada à irrigação promove aumentos significativos na altura de inserção do racemo primário, na altura da planta, no número de ramos laterais e no número de internódios até a inserção do racemo primário;

A irrigação retarda o florescimento independente da cultivar ou do espaçamento utilizado, mas quando associada a antecipação do plantio contribui para o aumento da produtividade de grãos em mais de 100%;

Alterações no espaçamento da mamoneira não promovem diferenças significativas na produtividade, das cultivares “BRS 149 Nordestina” e “Mirante 10”, todavia, maiores rendimentos de óleo são obtidos em menores espaçamentos;

O rendimento de óleo depende primordialmente da produtividade de grãos, e a cultivar “BRS 149 Nordestina”, possui rendimento de óleo superior a cultivar “Mirante 10”;

O rendimento relativo de grãos é maior na cultivar “Mirante 10”, apesar da produtividade de grãos em termos absolutos não diferir entre as cultivares;

Em condições de sequeiro, a participação dos racemos primários na produtividade aumenta, mas em média os racemos que mais contribuem com a produtividade total são os secundários seguidos dos terciários;

A produtividade de grãos é positivamente correlacionada com a altura das plantas e com o rendimento de óleo;

Altura de plantas, número de internódios e precocidade mantêm estreita relação entre si, e o número de internódios é um bom indicativo da precocidade da cultura.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; ARAÚJO, A. E. de; GOMES, D. C. **Zoneamento e época de plantio para a mamoneira no Estado da Bahia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1999, 9 p. (Comunicado Técnico, 103).

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; BATISTA, F. A. S.; LIMA, E. F.; DOURADO, V. **Definição do espaçamento e da densidade de plantio da mamoneira para a região produtora de Irecê**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997b, 6p. (Pesquisa em andamento, 46).

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. **Efeito da população de plantas no rendimento da mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997a, 5p. (Comunicado Técnico, 54).

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; NÓBREGA, L. B. da; VIEIRA, D. S.; PEREIRA, J. R. Efeito da população e plantas no consórcio mamoneira/sorgo. **Rev. bras. ol. fibros**. Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 183-192. set-dez., 1998.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 2, p. 37-62.

BELTRÃO, N. E. de M. **Sistema de produção de mamona em condições irrigadas**: Considerações gerais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 14 p. (Documentos, 132).

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).

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

CULTIVAR de mamona Mirante 10. In: **Sementes armani**. Verdelândia – MG: s.ed, [2005?]. 3 f.

DORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204 p. (Estudos FAO irrigação e drenagem, 24. Roma, 1977).

DUKE, J. A. *Ricinus communis* L. **Handbook of Energy Crops**. Purdue, 1983. Disponível em: <[http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Ricinus\\_communi s.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Ricinus_communi s.html)>. Acesso em: 28 de jun. 2006.

EMBRAPA ALGODÃO. **BRS – 149 Nordestina**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 1 folder.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Sistema de Produção de Informação - SPI, 1999. 412p.

GONDIM, T. M. S.; NÓBREGA, M. B. M.; SEVERINO, L. S.; VASCONCELOS, R. A. de. Adensamento de mamoneira sob irrigação em Barbalha, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

HECKENBERGER, U.; ROGGATZ, U.; SCHURR, U. Effect of drought stress on the cytological status in *Ricinus communis*. **Journal of Experimental Botany**., Oxford, v. 49, n. 319, p. 181-189, Feb. 1998. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 10 de mar. 2006.

HEMERLY, F. X. **Mamona**: Comportamento e tendências no Brasil. Brasília: Embrapa - Departamento de Informação e Documentação. 1981. 63p.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. California: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133p.

KITTOCK, D. L.; WILLIAMS, J. H. Influence of planting date on certain morphological characteristics of castor beans. **Agro. Journal**, Oxford, v. 60, p. 401-403, jul-aug., 1968.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European journal of agronomy**, Amsterdam, v. 11, p. 227-237, 1999. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/eja>>. Acesso em: 21 de Jan. 2006.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. **J. Agro. & Crop Science**, Berlin, p. 33-41, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 21 de jan. 2006.

LAURETI, D.; FEDELI, A. M.; SCARPA, G. M.; MARRAS, G. F. Performance of castor (*Ricinus communis* L.) cultivars in Italy. **Industrial Crops and Products**, Elsevier, v. 7, p. 91-93, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 06 de mar. 2006.

LIMA, E. F.; SANTOS, J. W. dos. Correlações genóticas, fenotípicas e ambientais entre características agronômicas da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Rev. bras. ol. Fibrós.**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 147-150, maio-ago., 1998.

LINS, E. de C. **Efeito da ordem de racemo nas características das sementes de mamona, *Ricinus communis* L.** 1976. 62f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

LORENZI, H. (Ed.). **Plantas daninhas do Brasil: aquáticas, terrestres e tóxicas.** 3. ed. Nova Odessa-SP: Plantarum, 2000. 608p.

MORAES, C. R. de A.; SEVERINO, L. S.; VALE, L. S.; COELHO, D. K.; GONDIM, T. M. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Produção e teor de óleo da mamoneira de porte médio plantada em diferentes espaçamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

OLSNES, S. The history of ricin, abrin and related toxins. **Toxicon**, Oxford, v. 44, p. 361-370, 2004. Disponível em: <<http://www.elsevier.com.br/locate/toxicon>>. Acesso em: 23 abr. 2006.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. de A.; CAMPANA, M. P.; PETTINELLI JUNIOR, A. Novo cultivar de mamona: IAC-226 (Tabary). **Bragantia**, Campinas, v. 49 n. 2, p. 269-280, 1990.

SAVY FILHO, A. et al. **Descritores mínimos para o registro institucional de cultivares:** Mamona. Campinas: IAC, 1999. 7p. (Documentos IAC, 61).

SCHURR, U. et al. Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source transition. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v. 51, n. 350, p. 1515-1529, sep. 2000.

Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 11 de out. 2006.

SILVA, L. C.; AMORIM NETO, M. S.; BELTRÃO, N. E. de M. **Recomendações técnicas para o cultivo e época de plantio de mamona cv. BRS 149 (Nordestina) na micro-região de Irecê, Bahia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. 6p (Comunicado Técnico, 112).

TÁVORA, F. J. A. F. et al. Estudo da densidade de plantio em mamona anã, *Ricinus communis* L.. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 4, n. 1/2, p. 89-93, dez., 1974.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual de interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema para análises estatísticas, SAEG V- 5.0**. Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, MG: UFV, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC/CCA, 1993. 248p.

VEIGA, R. F. A.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V. **Descritores mínimos para caracterização e avaliação de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aplicados no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, IAC, 1989, 16p. (Boletim técnico, 125).

VIEIRA, R. de M. et al. **Competição e cultivares de linhagens de mamoneira no Nordeste do Brasil – 1993/96**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1998, 14p. (Comunicado Técnico, 71).

VIJAYA KUMAR, P. et al. Influence of moisture, thermal and photoperiodic regimes on the productivity of castor beans (*Ricinus communis* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, Hyderabad, v. 88, p. 279-289, 1997. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 23 de abr. 2006.

WEISS, E. A. **Castor, Sesame and Safflower**. London: Leonard Hill Books, 1971.

ZIMMERMAN, L. H. **Castorbeans: A new oil crop for mechanized production**. Davis, California: Advances in Agronomy, 1958. p. 258-287.