

**PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA 'AL  
GUARANY 2002' (*Ricinus communis* L) EM  
FUNÇÃO DE DIFERENTES ARRANJOS  
POPULACIONAIS**

**JOÃO VIEIRA MONTEIRO**

**2005**

**JOÃO VIEIRA MONTEIRO**

**PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA 'AL GUARANY 2002' (*Ricinus  
communis* L) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ARRANJOS  
POPULACIONAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção de título de "Doutor".

**Orientador**

Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

2005

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA

Monteiro, João Vieira

Produtividade da mamoneira 'Al Guarany 2002' (*Ricinus communis* L.)  
em função de diferentes arranjos populacionais / João Vieira Monteiro.

-- Lavras : UFLA, 2005.

89 p. : il.

Orientador: Antônio Carlos Fraga

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Mamona. 2. Produtividade. 3. Arranjo populacional. I. Universidade Federal  
de Lavras. II. Título.

CDD-633.5

**JOÃO VIEIRA MONTEIRO**

**PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA 'AL GUARANY 2002' (*Ricinus communis* L) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção de título de "Doutor".

APROVADA em 9 de dezembro de 2005

Prof. Dr. Pedro Castro Neto

UFLA

Prof. Dr. Antonio José da Silva Maciel

UNICAMP

Pesquisador Dr. Luiz Henrique Carvalho

IAC

Pesquisador Dr. João Roberto de Mello Rodrigues

EPAMIG

  
Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga

UFLA

(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL

Aos meus pais, José e Virgínia, que sempre ensinaram-me  
o jeito certo de viver, mostrando que o mundo é repleto de  
coisas boas e ruins e que nós convivemos com todas elas ao  
mesmo tempo, cabendo a cada um escolher o certo para sua vida  
futura. A meus irmãos, José, Nelson, Cleusa e Neusa e às minhas  
sobrinhas, Vanessa, Karina e Larissa, e aos meus cunhados Valter,  
Antonio Carlos e Paula, assim como os demais familiares que  
sempre apoiaram-me,

### **OFEREÇO**

À minha esposa, Isabel e à minha doce e adorável filha, Julia  
..... motivo maior de toda a minha felicidade e esforço, pelos momentos  
de carinho, compreensão, amor e união. Assim como aos familiares  
de minha esposa, que em muitos momentos auxiliaram-me e  
apoiaram-me,

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Meu eterno agradecimento,

A DEUS, nosso mestre maior, que sempre guiou, guardou, conduziu e protegeu meus passos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)

Ao Prof. Antônio Carlos Fraga, pela valiosa orientação, amizade e confiança.

Aos professores Dr. Pedro Castro Neto (UFLA) e Dr. Antonio José da Silva Maciel (UNICAMP), exemplos de simplicidade e companheirismo.

Ao pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas, Dr. Luiz Henrique Carvalho, e ao Pesquisador da EPAMIG, Dr. João Roberto de Mello Rodrigues.

Aos funcionários da Biblioteca e da Coordenadoria de Pós Graduação da UFLA.

Aos funcionários das Grandes Culturas (DAG/UFLA), Mário José (manguinha), João, Aguinaldo, Sebastião Correia, Alessandro e Júlio.

Aos colegas do PROJETO BIODIESEL da Universidade Federal de Lavras, que ajudaram de forma constante na realização deste trabalho de pesquisa.

A todos os colegas do curso e extra curso que apoiaram-me nesta tarefa.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

JOÃO VIEIRA MONTEIRO, filho de José Rodrigues Monteiro e Virginia Vieira Monteiro, nasceu na cidade de Cotia, estado de São Paulo, aos 15 dias de julho de 1972.

Concluiu seu curso de primeiro grau na Escola Estadual de Primeiro Grau “Água Espaiada”, em Cotia, SP, em 1987 e o segundo grau na “Escola Técnica Agropecuária Estadual de Segundo Grau Dr. José Coury”, em Rio das Pedras, SP, em 1990.

Em 1991 ingressou no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) exercendo a função de técnico agrícola no Departamento de Plantas Medicinais e no setor de Algodão.

No ano de 1994 ingressou na ainda Escola Superior de Agricultura de Lavras, graduando-se em Engenharia Agrônoma no ano de 1999.

Em 2000, foi admitido no Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de Fitotecnia, na Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG), concluindo o mestrado em março de 2002.

Em 2002, foi admitido no Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de Fitotecnia, na Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG), concluindo o doutorado em dezembro de 2005.

## SUMÁRIO

LISTAS DE TABELAS.....	i
LISTAS DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Histórico da ricinocultura.....	4
2.2 Importância econômica.....	6
2.3 Dificuldades encontradas na ricinocultura.....	7
2.4 Agroindústria da mamona.....	8
2.5 A ricinocultura brasileira.....	9
2.6 Situação da ricinocultura brasileira.....	12
2.7 Biologia floral da mamoneira.....	14
2.8 Expressão da sexualidade da mamoneira.....	16
2.9 Manejo cultural da mamoneira.....	17
2.10 A semente e o óleo da mamona.....	17
2.11 Potencialidades do biodiesel e da cultura da mamona.....	19
2.12 Fisiologia da mamoneira.....	24
2.13 Problemas fitossanitários da cultura da mamona.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Local e condução do experimento.....	33
3.2 Parâmetros avaliados.....	38
3.2.1 Número de cachos formados por plantas.....	38
3.2.2 Contribuição dos cachos primário, secundário e terciário com quaternário.....	38



3.2.3	Comprimento dos cachos primário, secundário e terciário com quaternário.....	38
3.2.4	Expressão sexual masculina dos cachos primário, secundário e terciário com quaternário.....	39
3.2.5	Expressão sexual feminina dos cachos primário, secundário e terciário com quaternário.....	39
3.2.6	Produtividade total de frutos de mamona.....	39
3.2.7	Altura de plantas.....	39
3.2.8	Diâmetro de copas.....	39
3.2.9	Estimativa do tempo de crescimento da mamona para o completo fechamento da rua de plantio (túnel de crescimento).....	40
3.2.10	Avaliação de doenças foliares de mamoneira.....	40
3.3	Análise estatística.....	41
4	RESULTADOS E. DISCUSSÃO.....	42
4.1	Comprimento do cacho primário.....	42
4.2	Expressão sexual masculina do cacho primário.....	44
4.3	Porcentagem de participação do cacho primário.....	45
4.4	Peso dos cachos primários.....	47
4.5	Comprimento do cacho secundário.....	48
4.6	Expressão sexual masculina do cacho secundário.....	50
4.7	Expressão sexual feminina do cacho secundário.....	51
4.8	Peso do cacho secundário.....	52
4.9	Porcentagem de participação do cacho secundário.....	54
4.10	Peso dos cachos terciários e quaternários.....	55
4.11	Produtividade total de frutos de mamona.....	57
4.12	Numero de plantas mortas ao final do ciclo.....	59
4.13	Túnel de crescimento.....	60

4.14	Avaliação de doenças foliares de mamoneira.....	63
5	CONCLUSÕES.....	66
6	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	68
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
8.	ANEXOS.....	78
8.1	Anexos A (Lista de Tabelas).....	78
8.2	Anexos B (Listas de Fotos).....	80

## LISTAS DE TABELAS

TABELA 1	Resumo dos resultados da análise química e física de solos utilizados na implantação do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	34
TABELA 2	Populações (plantas. ha <sup>-1</sup> ) obtidas nos 10 tratamentos utilizados, em função dos diferentes arranjos. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	35
TABELA 3	Varição mensal da temperatura média, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de julho de 2003 a junho de 2004. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	36
TABELA 4	Tabela de notas e suas porcentagens equivalentes de ataque de doenças nas folhas, utilizada em função dos diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	41
TABELA 5	Resultados de comprimento médio do cacho primário obtido em diferente densidade de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	42
TABELA 6	Resultado da porcentagem de participação do peso total de mamona do cacho primário, colhida na área experimental obtido em diferentes espaçamentos da linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	46
TABELA 7	Resultados médios de peso de cacho primário (gr), obtidos em diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	48

TABELA 8	Resultados médios de comprimento de cacho secundário (cm), obtidos em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	50
TABELA 9	Resultados médios da expressão sexual masculina do cacho secundário (cm), obtidos em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	51
TABELA 10	Resultados médios de peso de cacho secundário (gr), obtidos em diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	53
TABELA 11	Resultados médios de peso de cacho terciário e quaternário (gr), obtidos em diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	56
TABELA 12	Resultados médios do número de plantas mortas na parcela, ao final da avaliação do experimento, obtidos em diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	60
TABELA 13	Médias de ataque de mancha foliar bacteriana, mancha de cercospora e mancha de alternaria em folhas de mamoneira, obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	64

## LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1	Comprimento de cacho primário (cm), obtido em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	43
FIGURA 2	Expressão sexual masculina do cacho primário (cm), obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	45
FIGURA 3	Porcentagem da participação do cacho primário, na produção final de lavoura de mamona, obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	47
FIGURA 4	Comprimento de cacho secundário (cm), obtido em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	49
FIGURA 5	Expressão sexual feminina do cacho secundário (cm), obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	52
FIGURA 6	Resultados médios de peso de cacho secundário (gr), obtidos em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	54
FIGURA 7	Porcentagem da participação do cacho secundário, na produção final de lavoura de mamona, obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	55

<b>FIGURA 8</b>	<b>Peso total de frutos de mamona em <math>\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}</math>, obtido em diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 9</b>	<b>Comprimento lateral de plantas de mamona, em função do número de dias após a emergência, obtido em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>62</b>

## RESUMO

MONTEIRO, João Vieira. **Produtividade da mamoneira ‘Al Guarany 2002’ (*Ricinus communis* L.) em função de diferentes arranjos populacionais.** 2005. 89 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

A mamona constitui um considerável potencial para a economia do país, tanto como cultura alternativa de reconhecida resistência à seca, como fator de fixação de mão-de-obra, gerador de postos de trabalho e matéria-prima para a indústria nacional. A determinação da população de plantas ideal para o plantio da cultura da mamona, consorciado ou não, é fator preponderante para que se obtenha a maior eficiência em termos de produtividade. Desta forma, com base na ampla e real possibilidade da mamona tornar-se, em curto prazo, uma cultura de elevada importância para toda as regiões brasileiras, é oportuno que desenvolvam-se trabalhos que possam auxiliar os agentes de extensão e outros grupos de pessoas interessadas, nos quais se possa estimar a produtividade desta cultura por meio de seus componentes da produção. A configuração, ou seja, o espaçamento e a densidade de plantio, é um passo importante na definição do custo final da lavoura. No caso da cultura da mamona, por se tratar de uma espécie de ciclo vegetativo longo, de porte avantajado, com estrutura aérea planofoliar, isto é, ramos e folhas planas e o sistema de raízes secundárias um tanto superficial, torna-se necessário escolher culturas consorte de porte pequeno, ciclo curto, com diferente capacidade de exploração do substrato ecológico. Desse modo, foi realizado um ensaio, no Setor de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras-MG, a 21°14' de latitude Sul, 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, e a 918 metros

---

\* Comitê Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga (Orientador) – DAG/UFLA; Prof. Dr. Pedro Castro Neto – DEG/UFLA.

de altitude, em solo originalmente sob vegetação de cerrado, classificado como Latossolo Roxo Distrófico, durante o ano agrícola de 2003/04. A região apresenta clima Cwa, de acordo com a classificação climática de Köppen. A semente básica utilizada foi da cultivar AL Guarany 2002, procedente da Coordenadoria da Assistência Técnica Integral (CATI), semeada em 19 de novembro de 2003, em cinco espaçamentos: 1,0 m, 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m e 3,0 m entre linhas e duas densidades de plantio: uma e duas plantas por metro linear. O experimento teve, portanto, 10 tratamentos e quatro repetições, totalizando 40 parcelas. As parcelas foram compostas por quatro linhas de 6 m e a área útil era formada pelas duas linhas centrais de 5 m de comprimento. Pode-se concluir que espaçamentos maiores maximizam a influência dos componentes de produção da mamoneira, como peso e tamanho de cacho. Conclui-se também que lavouras adensadas de mamona não são viáveis pelo fato das plantas ficarem estioladas, dificultando os tratos culturais, além de apresentarem menor produção e maior mortalidade causada pela densidade. A variação da densidade e do espaçamento não influenciou no túnel de crescimento da mamoneira, assim como também na severidade das doenças avaliadas.



## ABSTRACT

**MONTEIRO, João Vieira. Productivity of the castor oil plant 'Al Guarany 2002' (*Ricinus communis* L.) as related with different population arrangements. 2005. 89 p. Thesis (Doctor in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.\***

The castor oil plant constitutes a considerable potential for the economy of the country, both as an alternative crop of recognized resistance to drought and as a factor of fixation of labor, generator of working posts and raw matter for the national industry. The determination of the population of plants ideal for the planting of the castor oil, mixed or not, is a preponderant important factor to reach the highest efficiency in terms of yield. Thus, on the basis of the wide and real possibility for the castor oil plant to become, in a short term, a crop highly important to all the Brazilian regions, it is timely that works which may aid the county agents and other groups of interested persons be developed, in which the yield of this crop may be estimated by means of yield components. The configuration, namely, spacing and planting density, is an important step in the defining of the final cost of the crop. In the case of the culture of the castor oil plant, for being a type of long vegetative cycle, large sized, with a flat-leafed aerial structure, that is, flat branches and leaves and the secondary root system rather superficial, it becomes necessary to choose associated cultures of small size, short cycle, with different capacities of exploring the ecological substrate. Thus, a trial was conducted in the sector of large crops of the Agriculture Department at the Federal University of Lavras –MG, at 21° 14' of South Latitude, 45°00' of West longitude of Greenwich and at 918 meters of altitude, on a soil originally under savanna-like vegetation, classified as Dystrophic Red

---

\* Guidance Committee: Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga DAG-UFLA (Major Professor); Prof. Dr. Pedro Castro Neto DEG - UFLA. (Major Professor).

Dusky Latosol during the agricultural year of 2003/2004. The region presents Cwa climate, according to Koppen's climatic classification. The basic seed used was of the cultivar AL Guarany 2002, coming from Coordinatory of Integrated Technical Assistance - CATI, sown in November 19<sup>th</sup> of 2003 at five spacings: 1.0m; 1.5 m; 2.0m; 2.5m and 3.0m interrow and two planting densities (stands): one and two plants per linear meter. The experiment had, therefore, 10 treatments and four replicates, amounting to 40 plots. The plots were made up of four rows of 6 m and the useful area was formed by the two central rows 5 meter in length. It can be concluded that larger spacings maximize the influence of the yield components of the castor oil plant, such as weight and bunch size. It also follows that thickened crops are not feasible for the fact of the plants becoming etiolated, making the cultural treatments difficult, in addition to showing decreased yield and higher mortality caused by density. The variation of density and of spacing has not influenced the tunnel of growth of the castor oil plant, as well as the severity of the diseases evaluated.

# 1 INTRODUÇÃO

A ricinocultura constitui uma atividade econômica capaz de engajar-se em dois programas atuais do Governo Federal: o Fome Zero e o Biodiesel

Sua importância para o Fome Zero, deriva do sistema de produção da mamona que, praticado por pequenos produtores, é intensivo em mão-de-obra (gera empregos) e pode ser feito em consórcio ou rotação e ou rotação com outras culturas, aumentando não só a renda do agricultor por hectare, como também o volume de alimentos por área.

Além de a mamona ser rústica, utilizar pouco agrotóxico e adaptar-se perfeitamente às regiões semi-áridas do Nordeste (onde as condições de vida são mais precárias), extrai-se de suas sementes um óleo de características ímpares. Este, na Antiguidade, era utilizado como gerador de luz (energia) e como medicamento (purgativo e unguento para as moléstias das articulações, inflamações em geral, dor de ouvidos e assaduras). Nas décadas de 1970 e 80, a mamona destacou-se como substituta dos derivados de petróleo. Neste período, descobriram-se inúmeras aplicações industriais para o óleo de mamona. Recentemente, suas primeiras aplicabilidades ganharam novos enfoques. Na medicina, hoje extrai-se do óleo um polímero utilizado na fabricação de cimento ósseo e de prótese de diversas partes do corpo humano. Quanto à geração de energia, o óleo da mamona é propício para o Programa Nacional de Biodiesel que, além da inclusão social, almeja reduzir tanto as importações brasileiras de petrodiesel quanto a queima de combustíveis fósseis.

A facilidade de propagação e de adaptação em diferentes condições climáticas propiciou à mamona ser encontrada ou cultivada nas mais variadas regiões do mundo, como no norte dos Estados Unidos da América e na Escócia. O clima tropical, predominante no Brasil, facilitou o seu alastramento. Assim, hoje podemos encontrar a mamoneira em quase toda a extensão territorial, como

se fosse uma planta nativa, e em cultivos destinados à produção de óleo. No entanto, sua grande vantagem competitiva é a produção na região semi-árida brasileira, onde o custo de produção é mais baixo e a mamona é uma das poucas alternativas agrícolas viáveis devido à sua resistência à seca e à facilidade de manejo.

A pesquisa com cultivares teve início no Estado de São Paulo no ano de 1937, com os trabalhos desenvolvidos pelo IAC e o lançamento de plano de trabalho com o melhoramento genético desta espécie. Naquele ano foram iniciados ensaios de competição de cultivares de portes alto e anão, destacando-se, em termos de produtividade e teores de óleo nas sementes, os genótipos Zanzibar e Sanguínea. Já em 1940, o Brasil atingia a condição de primeiro produtor mundial de mamona, com a área plantada anualmente elevada, chegando a mais de 370 mil hectares/ano no período entre 1969 a 1981 e mais de 300.000 t de bagas/ano de produção. Com as seleções realizadas, o IAC lançou a cultivar IAC 38, que tem porte anão, ciclo de 200 dias, em média, nas condições do estado de São Paulo, capacidade de produzir até mais de 2,0 t/ha de bagas, com 41 % de óleo nas sementes e de frutos deiscentes, o que era um grande inconveniente para os produtores que tinham que processar até quatro colheitas por ano. Esta cultivar foi muito plantada em São Paulo e em Minas Gerais, quando foi recomendada, em 1957.

A mamoneira desenvolveu-se nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste do Brasil. Nas regiões Sudeste e Sul, para garantir a competitividade com outros produtos concorrentes, tornou-se necessário o desenvolvimento de técnicas que facilitassem a mecanização e o desenvolvimento de variedades mais rentáveis. Desse modo, tornou-se possível cultivar variedades anãs e indeiscentes, cuja maturação ocorre aproximadamente ao mesmo tempo em todas as bagas, permitindo a colheita mecânica única anual.

A mamona tem um considerável potencial para a economia do país, tanto como cultura alternativa de reconhecida resistência à seca, como fator fixador de mão-de-obra, gerador de empregos e matéria-prima para a indústria nacional.

Sendo uma cultura de clima tropical, ela é explorada em dois sistemas distintos de cultivo. O cultivo isolado é o mais utilizado por grandes produtores, que utilizam cultivares de menor porte e ou materiais híbridos, enquanto que, no sistema consorciado, predomina o uso de cultivares de porte médio a alto.

No caso da cultura da mamona, por se tratar de uma espécie de ciclo vegetativo longo, de porte avantajado, com estrutura aérea planofoliar, isto é, ramos e folhas horizontalizadas e sistema radicular secundário um tanto superficial, torna-se necessário escolher culturas consortes de porte pequeno, ciclo curto, com diferente capacidade de exploração do substrato ecológico.

A determinação do arranjo populacional ideal para o plantio da cultura da mamona, consorciado ou não, é fator preponderante para que se obtenha a maior eficiência em termos de produtividade.

O objetivo deste trabalho foi o de estudar a resposta da cultura da mamoneira 'Al Guarany 2002' em função de diferentes arranjos populacionais em plantios solteiros, atendendo à necessidade da obtenção de mais informações sobre a cultura em questão, para atender ao interesse dos produtores do Sul de Minas Gerais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Histórico da ricinocultura

3.1  
A cultura da mamona é tradicional no Nordeste brasileiro, onde já foi bastante cultivada. Na atualidade, é explorada em muitos estados brasileiros, por um elevado número de pequenos produtores, mas com áreas inferiores a 5,0 hectares (Fundação Dalmo... 2003; Oliveira, 2001; Parente, 2003). A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta de elevada complexidade morfológica e fisiológica. Seu crescimento é diferenciado em cada ramo, dicotômico e heterogônico, com cachos de várias idades fisiológicas, desenvolvimento heteroblástico, metabolismo fotossintético C<sub>3</sub>, ineficiente, com taxa fotossintética entre 18 e 27 mg CO<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>/h, elevada taxa de fotorrespiração e necessita de pelo menos 2.900 graus/dias de calor para chegar à maturidade (Beltrão et al., 2001; D'Yakov, 1986; Moshkin, 1986b; Street & Opik, 1974).

A mamona, planta pertencente à família Euphorbiaceae, engloba vasto número de tipos de plantas nativas da região tropical. A espécie *Ricinus communis* L. é a única conhecida (Savy Filho et al., 1999; Savy Filho, 2003). É uma planta de hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos), podendo ou não possuir cera no caule e no pecíolo.

As sementes têm com diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de coloração, e delas se extrai industrialmente um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial (Rodrigues Filho, 2000).

O óleo é utilizado na indústria de cosméticos, na indústria automotiva, como componente de polímeros ou como lubrificante para motores de alta rotação e carburante de motores a diesel e como fluido hidráulico em aeronaves.

Diferentemente da soja, girassol, amendoim e outras oleaginosas, a mamona não é destinada à alimentação humana, conseqüentemente, sob o ponto de vista social, não haveria concorrência com tal mercado. A obtenção do biodiesel é feita, em linhas gerais, pelo processo de transesterificação com metanol ou etanol, em meio ácido ou básico, promovendo a quebra da molécula dos triglicídios, gerando uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos dos ácidos graxos correspondentes, liberando a glicerina, que é um subproduto de grande valor na indústria de sabões, sabonetes e cosméticos.

A semente de mamona contém uma proteína tóxica, a ricina, um alcalóide relativamente inofensivo, a ricinina e um fator alergênico (*CBA - castor-bean allergen*), os quais não são observados no óleo de mamona, mas devem ser desativados para aproveitamento na alimentação animal, por possuírem alto teor de proteína bruta. Assim, o uso mais simples da torta de mamona é como adubo orgânico de alta qualidade, o qual tem, inclusive, efeito nematocida natural (Freite, 2001; Savy Filho et al., 1999). Para cada 100 kg de óleo de mamona extraído, produzem-se mais ou menos 130 kg de um importante subproduto denominado torta ou farelo de mamona, que é um excelente adubo orgânico, com teor médio de macronutrientes da ordem de 4,4% de nitrogênio, 1,8% de fósforo e 1,4% de potássio (Freire, 2001).

No caso da cultura da mamona, por se tratar de uma espécie de ciclo vegetativo longo, de porte avantajado, com estrutura aérea planofoliar, isto é, ramos e folhas horizontalizadas e sistema radicular secundário um tanto superficial, torna-se necessário escolher culturas consorte de porte pequeno, ciclo curto, com diferente capacidade de exploração do substrato ecológico.

A determinação do arranjo populacional ideal para o plantio da cultura da mamona, consorciado ou não, é fator preponderante para que se obtenha a maior eficiência em termos de produtividade.

## 2.2 Importância econômica

A mamoneira é uma cultura industrial explorada em função do óleo contido em suas sementes. *“Mamona ou ricino, é arbusto de cujo fruto se extrai um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial. Desde a antiguidade conhecido por suas propriedades medicinais, e como azeite para iluminação, deixou no século XX, ter na farmacopéia sua grande utilidade. Os grandes consumidores de nossos dias são as indústrias químicas e de lubrificantes”* (Coelho, 1979).

Ainda segundo o mesmo autor, da industrialização da mamona obtém-se, como produto principal, o óleo e, como subproduto, a torta que possui, como fertilizante, a capacidade de restauração de terras esgotadas, destacando-se seu emprego, na Bahia, na lavoura fumageira. Apesar de seu alto teor de proteínas (32% a 40%) por ser produto tóxico, não se presta à alimentação animal. Porém, é comum, na literatura, encontrar referência de que esta torta pode ser usada na composição de ração animal, se detoxicada. Por se tratar de um processo de detoxicação bastante complexo e, muitas vezes, caro, as usinas de óleo preferem vender a torta apenas como fertilizante.

As aplicações do óleo são inúmeras. O uso mais importante, em termos quantitativos, é na fabricação de tintas, vernizes, cosméticos e sabões. É também importante na produção de plásticos e de fibras sintéticas. Deve-se mencionar que as fibras em cujas composições entram o óleo de mamona são atóxicas e antialérgicas e apresenta grande resistência à corrosão; destaca-se, também, o uso deste óleo como lubrificante. Pelas características exclusivas de queimar sem deixar resíduos e de suportar altas temperaturas sem perder a viscosidade (no que supera os óleos derivados de petróleo), é o óleo ideal para motores de alta rotação: usam-no, apenas para exemplificar, os foguetes espaciais e os sistemas de freios dos automóveis.



Para cada 100 kg de mamona em bagas obtém-se, em geral, 45 kg de óleo e 50 kg de farelo e torta; do óleo, 36 kg são do tipo 1, de melhor qualidade, obtido por prensagem, que geralmente é hidráulica e 9 kg são do tipo 3, de qualidade inferior, obtidos por extração com solvente químico.

O óleo de mamona é também utilizado em vários processos industriais: na fabricação de corantes, anilinas, desinfetantes, germicidas, óleos lubrificantes de baixa temperatura, colas e aderentes; servem de base para fungicidas, inseticidas, tintas de impressão, vernizes, náilon e matéria plástica; no entanto, não é apenas o óleo e a torta que têm aplicações. Da mamona se aproveita tudo, já que as folhas servem de alimento para uma espécie do bicho da seda. A haste, além de celulose própria para a fabricação de papel, fornece matéria-prima para a produção de tecidos grosseiros (Santos et al., 2001).

O setor agropecuário, em Minas Gerais, cresceu 3,5%, no primeiro semestre de 2005, comparativamente a igual período do ano anterior, refletindo os bons desempenhos esperado na produção vegetal de 3,6%. O grande destaque da produção agrícola foi a mamona (97,1%), em função da implantação de um programa de incentivo ao plantio na região de Manhuaçu, que surgiu pela primeira vez, como a maior região produtora.

### **2.3 Dificuldades encontradas na ricinocultura**

A cultura da mamona, quando produzida tradicionalmente em pequenas e médias propriedades, tem importante valor social como geradora de renda e empregos no campo. Na área industrial são inúmeras as possibilidades de aplicações e também as perspectivas de utilização como potencial energético (Freire et al., 2001; Turatti et al., 2002). Como fonte de divisas para o País, tal cultura perdeu importância devido a dificuldades para a utilização de melhor tecnologia e, principalmente, à falta de cultivares melhoradas. Desta forma, o Brasil, que já foi o segundo maior produtor mundial em quantidade produzida,

no período de 1980/1985, quando participava com 26% da produção mundial de mamona em baga, em 1999, produziu apenas 2% da produção mundial (Santos et al., 2001).

De acordo com Amaral (2003), para garantir retornos econômicos competitivos em relação a outras culturas, torna-se necessário o uso de tecnologias e o desenvolvimento de cultivares com características agrônomicas desejáveis, como maior produtividade de grãos e altura de plantas que facilite a colheita mecanizada. A avaliação de características, como ciclo das plantas, massa de 100 grãos e rendimento, também é importante em programas de melhoramento de plantas, visando obter maior homogeneidade do material. A pesquisa sobre o melhoramento da mamoneira, atualmente, demanda esforços, tendo como objetivos: introduzir, de outros países produtores de mamona, materiais que possuam genes de resistência, para a obtenção de fontes de resistência às principais doenças e outras que possam porventura surgir, identificar e ou sintetizar genótipos que se adaptem às condições edafoclimáticas das regiões produtoras, visando distribuir cultivares mais produtivas, semi-deiscentes, de porte médio a baixo, precoces e com elevado teor de óleo nas sementes (Freite et al., 2001). Informações sobre a caracterização e classificação de genótipos de mamona podem ser obtidas em Nóbrega et al. (2001).

#### **2.4 Agroindústria da mamona**

A agroindústria da mamona envolve uma cadeia produtiva que se inicia na produção de matéria-prima e no seu processamento, transformando-a em óleo e torta. Após a obtenção do óleo, abre-se um leque de possibilidades de fabricação de derivados. A mamoneira não é, portanto, somente uma cultura rústica e freqüentemente secundária, mas, importante agronomicamente e com grande potencial industrial (Savy et al., 1999).

A cultura da mamoneira tinha sua produção nacional concentrada na região Nordeste, particularmente no estado da Bahia, onde se destacam os municípios de Irecê, Barreiras, Jacobina, Itaberaba, Senhor do Bonfim e Morro do Chapéu (Amorim Neto et al., 2001), sendo que hoje encontra-se espalhada em todo território nacional. Segundo Lima & Soares (2001), a mamoneira tem no óleo seu principal produto de importância econômica e cuja aplicação industrial é ampla. Este óleo, único na natureza solúvel em álcool, possui inúmeras aplicações na indústria, como na fabricação de plásticos, fibras sintéticas, tintas e esmaltes, lubrificantes, entre outros.

## 2.5 A ricinocultura brasileira

A cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) é uma das mais tradicionais do semi-árido brasileiro e bastante cultivada por pequenos e médios produtores de quase todos os estados da região, em especial da Bahia. Este hoje, é o maior produtor nacional, com mais de 90% da produção, ocupando muita mão-de-obra, cerca de 0,3 a 0,5 homem/há. As propriedades são, na maioria, de área inferior a 4,0 ha por produtor e consorciada com feijão de arranca (*Phaseolus vulgaris* L.) ou feijão de corda, caupi ou macassar [*Vigna Unguiculata* (L.) Walp], sendo estes a base protéica das populações rurais e até urbanas dos pequenos e médios centros. Na mais recente safra, 2003/2004, o custo de produção da cultura da mamona isolada ficou, no estado da Bahia, em R\$ 377,30, incluindo a sacaria, 18 sacos em média para uma produtividade esperada de 1.080 kg de baga (sementes)/hectare, renda bruta média de R\$540,00, considerando-se o preço mínimo de R\$0,50/kg, até mais de R\$1.000,00, considerando o preço de mercado que chegou a mais de R\$1,20/kg, no final do mês de fevereiro de 2004.

Na Paraíba e nos demais estados do Nordeste, o custo de produção é pouco maior, cerca de R\$450,00, envolvendo o sistema consorciado mamona +

feijão vigna, desenvolvido pela Embrapa Algodão com seus parceiros, em especial a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA). Basicamente, esse sistema envolve o plantio da leguminosa 15 dias depois do plantio do algodão, o uso das cultivares BRS 149 Nordestina ou BRS 188 Paraguaçu, espaçamento de 3,0 m x 1,0 m, uma planta por cova, plantio em nível, adubação, se necessário (com o uso da análise do solo), cultivar de feijão de ciclo curto, ereto, resistente a viroses e não ramificado, além de outros passos tecnológicos importantes para que o sistema produza o que se espera, isto é, cerca de 1.000 a 1.200 kg.ha<sup>-1</sup> de mamona em baga e, pelo menos, 500 kg/ha de sementes de feijão.

A mamoneira tem potencial de produzir mais de 10.000 kg de bagas.ha<sup>-1</sup> e já chegou a produzir mais de 8.500 kg.ha<sup>-1</sup> de bagas com cultivares de porte baixo, em regime de irrigação com fertilização e controle total de plantas daninhas, pragas e sem a incidência de doenças (Ribeiro Filho, 1966). A média mundial é muito baixa, menos de 650 kg/ha de baga, em que os principais produtores são a Índia e a China, vindo, em seguida, o Brasil e a Rússia (Santos et al., 2001). Na Bahia, em especial na região de maior produção, que envolve principalmente o município de Irecê e que, na mais recente safra teve uma área plantada de mais de 80.000 hectares, os sistemas de produção são ligados aos pequenos produtores, vinculados à agricultura familiar. Esses sistemas se caracterizam pelo baixo uso de insumos, sobretudo os mais modernos, como fertilizantes inorgânicos concentrados, herbicidas e inseticidas, entre outros e apresentam, como consequência, elevada eficiência cultural em termos de energia e seu balanço (o que entra e o que sai do sistema), além de ser ecologicamente mais correto e sustentável por consequência. O uso de máquinas é pequeno, exceto no preparo do solo, em que parte dos produtores usa o trator e outra parte, a maior, mais de 60%, utiliza o cultivador a tração animal para o preparo do solo, além do cultivo das plantas daninhas com o retoque a enxada

dentro das linhas de plantio. Um boi gasta, em média, 1.575 kcal de energia por hora na operação de cultivo contra, por exemplo, 4.950 kcal para se fabricar um litro de um inseticida ou 3.344 kcal de energia para se fabricar um quilograma de adubo fosfatado, na base de  $P^2O^5$  (Biswas & Biswas, 1976; Heichel, 1974; Pimentel et al., 1973). Em geral, os plantios são feitos em áreas arrendadas, próprias e até nas margens das estradas, inclusive federais.

No Brasil, o mercado da mamona na base da cadeia ainda é oligopsônico, com poucos compradores e muitos pequenos produtores. Este é o caso típico da Bahia que, como já foi dito, é o maior produtor nacional, o que não permite boa elasticidade no preço pago ao produtor, que pode variar muito entre anos e, às vezes, dentro de uma mesma safra, indo de R\$0,15 a R\$1,4/kg, como ocorreu nos mais recentes cinco anos. O óleo no mercado internacional varia muito de preço, desde US\$650,00/t até US\$1.400,00/t.

No estado da Bahia há um protocolo entre produtores, compradores e o estado, ocorrendo, a cada ano, o estabelecimento de um preço mínimo a ser pago ao produtor. Os produtores têm que ter um produto de boa qualidade, com, no máximo, 2,0% de impurezas, máximo de 10% de marinheiros (sementes chochas, quebradas etc.) e quase sem acidez (até 0,6%), colocadas em sacas de 60 quilos e, no máximo, 10% de umidade. Além dos pequenos produtores isolados, associações e cooperativas, os assentamentos podem tornar-se centros de produção de mamona, com o objetivo de ser matéria-prima para a produção do biodiesel. Espera-se que esta cultura seja fomentada no Nordeste que, ao contrário das demais regiões do Brasil, não tem muitas opções agrícolas em regime de sequeiro. Praticamente são duas: algodão ou mamona, tendo a malvácea em cena migrado para o Centro-Oeste, ficando muito pouco no Nordeste, em termos de semi-árido. No passado não muito distante, cerca de 25 anos, chegou a ter mais de 12%, cerca de 3,5 milhões de hectares, da área plantada com algodão no mundo que, historicamente, desde 1950 até hoje é de

cerca de 34 milhões de hectares por ano, quando era a base da economia da referida região.

O Brasil é o terceiro produtor mundial de bagas de mamona, podendo vir a ser o primeiro em pouco tempo, com produtividade média maior que a do maior produtor que é a Índia, e é o segundo exportador mundial de óleo de mamona. A comercialização do produto em baga deve ser mais bem estruturada e devem-se estabelecer protocolos de responsabilidade em todos os estados produtores de mamona na região Nordeste, para que os produtores tenham pelo menos um preço mínimo que garanta seu lucro na ricinocultura. Logicamente, o produto deve ter um mínimo de qualidade, com, no máximo, 2,0% de impurezas, 10 de umidade, no máximo e no máximo 10% de marinheiros e quase sem acidez, ou seja, sem sementes ou bagas rancificadas. Depois de colhidas, secas e limpas, as sementes ou bagas devem ser colocadas em sacos de 60 kg para serem comercializadas.

## **2.6 Situação da ricinocultura brasileira.**

Foi iniciada, a partir do ano agrícola 1985/86, uma fase de redução de área colhida e quantidade produzida de mamona em bagas no Brasil. O seu ponto mais baixo foi no ano agrícola 1997/98, quando a área e a quantidade produzida atingiram 12% e 3% dos maiores valores alcançados no ano agrícola 1984/85, respectivamente. Vieira et al. (1997) atribuem a redução ocorrida nas regiões Sul e Sudeste à não competitividade econômica da mamona em relação às culturas concorrentes; já na região Nordeste, estes autores consideram fatores importantes: desorganização e inadequação dos sistemas de produção vigentes, devido à reduzida oferta de sementes de cultivares melhoradas geneticamente; utilização, por parte dos produtores, de sementes impróprias para o plantio (de baixo rendimento médio e qualidade, e de alta susceptibilidade às doenças e pragas); utilização de práticas culturais inadequadas (como espaçamento, época

de plantio e consorciação); desorganização do mercado interno tanto para o produtor como para o consumidor final; baixos preços pagos ao produtor agrícola; reduzida oferta de crédito e de assistência técnica ao produtor agrícola e utilização da mesma área para sucessivos plantios da cultura.

No mesmo período mencionado verifica-se também uma tendência declinante no rendimento médio obtido no Brasil, que atingiu um máximo no ano agrícola 1984/85 e um mínimo em 1997/98 (28% do máximo obtido).

Nos estados onde os rendimentos médios são maiores, São Paulo, Paraná e Minas Gerais, a área colhida e a produção de mamona são insignificantes, apesar de um pequeno incremento ocorrido entre 1998 e 2001. Na verdade, comparando-se com as médias do período 1980/85, constata-se que ocorreu redução generalizada em todos os estados produtores. A Bahia é a grande produtora de mamona no Brasil. Entre 1998 e 2001, se produziu naquele estado, no mínimo, 86% da produção brasileira de mamona em baga, em uma área que representou entre 89% e 96% do total nacional cultivado com mamona. Pelos motivos já expostos anteriormente, o rendimento médio obtido na Bahia é muito baixo, tendo sido, em 2001, 30% do alcançado no estado de São Paulo.

Como não poderia ser diferente, a produção de óleo de mamona do Brasil teve uma grande redução no período 1980/2001. A produção de 2001 correspondeu a 36% da maior quantidade produzida no período (em 1980). Passaram a ocorrer importações exatamente quando foram maiores as reduções de produção (entre 1991 e 1996), caindo entre 1997 e 2000 e tendo pequeno incremento em 2001. O consumo interno médio de óleo de mamona girava em torno de 12 mil toneladas/ano. Com a reestruturação que vem ocorrendo no elo industrial da cadeia, a produção tem uma tendência de se elevar, estimando-se que fique um pouco acima das 50.000 toneladas, o que deverá gerar um excedente que só poderá ser absorvido pelo mercado externo (Santos et al., 2001).

As exportações de óleo de mamona, apesar de o Brasil ser o segundo maior exportador mundial, também foram reduzidas no período em análise. Políticas públicas precisam ser direcionadas para este mercado que tem um grande potencial de crescimento. É claro que o nível tecnológico da produção no campo precisa ser incrementado, surgindo, como alternativa de curto prazo os estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, onde o desenvolvimento de técnicas que facilitam a mecanização e o desenvolvimento de variedades mais rentáveis está bem mais adiantado. No estado do Mato Grosso, a cultura vem despertando interesse como cultivo de safrinha, utilizando as mesmas máquinas usadas para colher milho e soja, mas ainda há necessidade de definir as melhores cultivares para a região.

## **2.7 Biologia floral da mamoneira**

A mamoneira é uma planta monóica (Ribeiro Filho, 1966) que apresenta inflorescência do tipo panicular, denominada de racemo, com flores femininas acima e masculinas na parte inferior (que possuem estames ramificados de cor amarela).

A panícula é terminal, representando o final de um ramo. Em algumas cultivares botânicas de mamoneira pode ocorrer distribuição de flores masculinas e femininas em dispersão em toda a inflorescência e, ainda, podem aparecer flores andrógenas no racemo. O primeiro racemo é o maior e é denominado principal ou primário, sendo que, devido ao tipo da inflorescência, em especial da sua conformação e distribuição de flores, a polinização é do tipo anemófila, podendo a taxa de alogamia chegar a mais de 40%, embora seja considerada autógena (Ribeiro Filho, 1966). Os racemos podem apresentar forma cônica, cilíndrica ou oval (Moshkin & Perestova, 1986), atingindo a maturação em épocas diferentes, dependendo da posição na planta (Banzatto & Rocha, 1965). Os botões florais masculinos têm forma cônica aberta ou



arredondada, com diâmetro variando 0,4 a 1,0 cm, com cinco lóbulos (Moshkin, 1986a).

A flor masculina, que geralmente abre duas a três horas antes do amanhecer (Weiss, 1983), após a abertura, libera grãos de pólen viáveis por um a dois dias e, depois, a camada de abscisão é formada e ela cai no solo.

Elevadas temperaturas, a idade da planta e o dia de comprimento curto favorecem o surgimento de flores masculinas (Weiss, 1983).

O botão floral feminino tem forma cônica, estreita, com 0,6 a 1,2 cm de comprimento e de 0,2 a 0,4 de diâmetro (Moshkin & Perestova, 1986). A flor feminina possui pedúnculo geralmente não articulado e cálice com cinco sépalas desiguais, ovário súpero tricarpelar, com placentação axial, estilo curto e trifurcado (Mazzani, 1983a; Prata, 1969; Ribeiro Filho, 1966).

O fruto da mamona, que é o ovário fecundado e desenvolvido, é uma cápsula que pode ser lisa ou com estruturas semelhantes ao espinho, podendo ser deiscentes ou indeiscentes. Os frutos podem ser pouco papilados, muito papilados, inermes lisos e inermes rugosos. O cacho, que é a inflorescência, tem conformação cônica, cilíndrica ou mais ou menos esférica. O fruto pode apresentar cor verde ou vermelha, com colorações intermediárias.

A semente é o óvulo da flor, após a fertilização. É muito variável na mamoneira, envolvendo cor, forma, tamanho, peso, proporção de tegumento ao endosperma (Mazzani, 1983b).

A semente apresenta dormência que varia entre cultivares e entre racemos (Lago et al., 1979), tornando-se quase nula após nove meses de armazenamento, independentemente da cultivar. Segundo Rocha (1986), as sementes pequenas apresentam maior percentagem de germinação e velocidade de emergência que as sementes grandes, porém, as grandes originam plântulas com maior fitomassa epigea.

## **2.8 Expressão da sexualidade da mamoneira**

A biologia floral da mamoneira é bastante complexa, apresentando diversas expressões da sexualidade.

Como a flores femininas e masculinas estão colocadas em locais diferentes, na inflorescência ocorre, além da autogamia, a alogamia, sendo o vento o responsável pela dispersão do pólen, que pode chegar a, pelo menos, 30% (Mazzani, 1983a). A floração começa no racemo principal e, com 10 a 12 dias, inicia-se o surgimento dos de segunda ordem. Para Moshkin (1986b), os tipos de sexualidade encontrados na mamoneira são:

fêmea estável (a planta só apresenta flores femininas em todos os racemos); também chamadas de pistiladas ou ginandioicas, ou N-pistiladas, fruto de um par de genes recessivos;

fêmeas instáveis (a planta apresenta racemo central pistilado e os demais parcial ou totalmente monóicos);

plantas inclinadas para fêmeas (apresentam um pequeno número de flores masculinas, máximo de 10, na parte basal da inflorescência);

plantas com poucas flores masculinas, ocorrendo em todas as partes do racemo, entre as femininas;

plantas monóicas (normal);

plantas só com flores masculinas.

Além dos seis tipos descritos, existem plantas com flores hermafroditas, dependendo de fatores genéticos, do ambiente e do manejo cultural praticado. Entre os fatores que afetam a expressão do sexo na mamoneira, destacam-se: idade da planta e dos racemos (os primeiros apresentam maior quantidade de flores femininas), comprimento do dia (dias curtos aumentam a taxa de flores masculinas/flores femininas), temperatura (elevada favorece a ocorrência de maior número de flores masculinas) e poda (promove o surgimento de um número maior de flores femininas) (Moshkin, 1986b; Weiss, 1983).

## **2.9 Manejo cultural da mamoneira**

Toda e qualquer exploração de uma cultura requer um investimento de capital, mão-de-obra e tempo, do qual o produtor tem por objetivo obter bons rendimentos e o retorno do capital investido. Porém, este objetivo pode não ser alcançado, caso um destes aspectos de manejo cultural seja negligenciado.

O arranjo populacional de plantas é um destes aspectos de manejo cultural. O arranjo é definido como sendo o padrão de distribuição de plantas de uma lavoura no solo. Determina, portanto, a forma geométrica da área disponível por planta na cultura. Assim, por exemplo, em uma lavoura de mamona cultivada no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m, com uma planta por cova, sua população teórica será de 10 mil plantas/hectare e o arranjo quadrangular. A forma geométrica da área disponível para cada planta é um quadrado de um metro de lado. Para outra lavoura semeada no espaçamento 2,0 m X 0,5 m com uma planta por cova, a população efetiva também é de 10 mil plantas/hectare. O arranjo de plantas é retangular, ou seja, a área disponível para uma planta é um retângulo de 2,0 m x 0,5 m de dimensões. Conclui-se, então, que a área disponível para cada planta, em ambos os casos, é de 1 m<sup>2</sup> e as lavouras possuem 10 mil plantas/hectare, mas diferindo, no entanto, no arranjo espacial, sendo um quadrado e o outro retangular.

A escolha, portanto, de um determinado arranjo espacial de uma lavoura dependerá unicamente da conveniência do produtor em cultivá-la com culturas alimentares, como feijão, caupi, milho, abóbora e arroz, e da necessidade do uso de animais ou máquinas no controle de pragas e de plantas daninhas.

## **2.10 A semente e o óleo de mamona**

Atualmente, é crescente no setor de sementes a necessidade de métodos que permitam avaliar, de maneira rápida e eficiente, a qualidade fisiológica das sementes. A rapidez na obtenção das informações pode ser extremamente útil

em programas de controle de qualidade, possibilitando uma maior flexibilização na utilização de recursos e também da infra-estrutura disponível.

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é de uma planta com elevado valor estratégico do óleo extraído de suas sementes, pelo fato de não existirem bons substitutos em muitas de suas aplicações e pela sua versatilidade industrial. O óleo é considerado de grande valor como lubrificante de motores de grande rotação e é usado na aviação e, ultimamente, sua importância tem aumentado pelo advento do biodiesel.

Para se obter sementes de mamona de alta qualidade é essencial conhecer suas propriedades biológicas e físicas (Shepetina et al., 1986), pois essas características podem ter grande influência sobre aspectos agrônômicos, classificação, transporte e armazenamento da mamona.

O peso de determinado volume de sementes é um dado necessário para planejamento e execução de ações, como acondicionamento, transporte e armazenamento da mamona e esse peso varia muito em função da densidade e das dimensões das sementes.

Shepetina et al. (1986) relatam que sementes de mamona separadas por tamanho (através de peneiras) não diferem significativamente em características como germinação ou vigor e as plantas provenientes destas sementes também não diferem em produtividade. Porém, se sementes de mesmo tamanho (separadas por peneiras) forem, em seguida, separadas por peso, são detectadas grandes diferenças no desenvolvimento inicial e na produtividade das plantas que delas forem geradas. Quer dizer, o tamanho da semente não tem influência direta sobre sua biologia, mas a densidade sim.

No entanto, nos estudo feito por Rocha (1986), sementes de mamona pequenas tiveram maior percentagem de emergência, mas menor velocidade de emergência.

A densidade das sementes, também chamada de peso específico, é influenciada pela presença de ar (espaços vazios) no interior da semente, pela composição química, pela maturidade, pelo teor de óleo e por outros fatores. A quantidade de espaços também pode ser expressa como “porosidade” que é um índice que reflete a proporção de espaços vazios dentro da semente.

O óleo de mamona ou de rícino, extraído pela prensagem das sementes, contém 90% de ácido graxo ricinoléico, o qual confere ao óleo suas características singulares, possibilitando ampla gama de utilização industrial, tornando a cultura da mamoneira importante potencial econômico e estratégico ao país. A torta de mamona é utilizada como adubo orgânico possuindo, também, efeito nematicida.

O óleo de mamona é uma fonte quase pura do ácido graxo ricinoléico, cujas propriedades e estrutura da cadeia carbônica conferem as propriedades singulares do óleo de mamona.

A cadeia carbônica do ácido graxo ricinoléico proporciona sítios em que são realizadas reações químicas, com obtenção de gama variada de derivados pela modificação da estrutura da cadeia carbônica. São mencionadas cerca de quatrocentas aplicações do óleo de mamona, a maioria na formulação de produtos biodegradáveis, geralmente invisíveis aos leigos.

### **2.11 Potencialidades do biodiesel e da cultura da mamona**

A cultura da mamona deve se consolidar como a principal componente do biodiesel a ser produzido no Brasil. A conclusão é do Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica da Câmara dos Deputados, que divulgou, no início de setembro de 2002, o estudo “Biodiesel e Inclusão Social” (Holanda, 2004).

Ainda segundo o mesmo autor, o biodiesel é considerado um combustível sucedâneo do óleo diesel do petróleo, constituído de uma mistura

de ésteres monoalquílicos de ácidos graxos. Sendo obtida da reação de transesterificação entre qualquer fonte de ácidos graxos (óleos e gorduras vegetais ou animais, óleo de fritura, “nata” sobrenadante de esgotos e ácidos graxos residuais) e monoálcool de cadeia curta (metanol ou etanol).

O conselho também apresentou, durante os debates, o Projeto de Lei 3368/03 que obriga a adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel e concede isenção total de tributos federais para o biodiesel produzido pela agricultura familiar. O Conselho foi transformado em comissão geral para debater o uso do combustível no país. Órgão consultivo da Câmara, reinstalado no ano 2003 pelo presidente João Paulo Cunha e integrado por 23 deputados, o conselho completa dois anos de funcionamento, segundo.


A cultura da mamona pode se tornar, assim, em curto prazo, no cenário do Nordeste e em outros estados brasileiros, um dos principais componentes do programa nacional de biodiesel. A estimativa é de que cerca de 40% do biodiesel produzido no Brasil nos próximos anos, misturas B2 e B5 depois, sejam obtidos a partir dessa oleaginosa (Holanda, 2004). Será denominado biodiesel metílico (BdM) aquele produzido com o uso do metanol e biodiesel etílico (BdE) aquele produzido com etanol (Parente JR. & Branco, 2004). Também se pode dizer que biodiesel é uma denominação genérica para combustíveis aditivos derivados de fontes renováveis, como mamona, dendê, babaçu, soja, palma, algodão e girassol, entre outras. As pesquisas com biodiesel no Brasil remontam ao ano de 1980, com os trabalhos do professor Expedito Parente, da Universidade Federal do Ceará, autor da patente PI – 8007957, sendo a primeira patente, em termos mundiais, de biodiesel e de querosene vegetal de aviação.

As matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel, segundo Parente (2004), podem ser enquadradas nos seguintes grupos de matérias graxas: óleos vegetais, gorduras de animais, óleos e gorduras residuais.

Como cultura temporária destaca-se a mamona, que pode vir a ser a principal fonte de óleo para a produção de biodiesel no Brasil. Estudos multidisciplinares recentes sobre o agronegócio da mamona concluíram que ela constitui, no momento, a cultura de sequeiro mais rentável de certas áreas do semi-árido nordestino (Holanda, 2004).

O biodiesel pode ser um importante produto para exportação e para independência energética nacional, associada à geração de emprego e renda nas regiões mais carentes do país. Anualmente, são importados cerca de 40 milhões de barris de óleo diesel, o que representa uma despesa, em nosso balanço de pagamento, em torno de 1,2 bilhão de dólares.

Segundo Oliveira (2004), estudos divulgados pelo *National Biodiesel Board*, encarregado da implementação do biodiesel nos Estados Unidos, afirmam, categoricamente, que o Brasil tem condições de liderar a produção mundial de biodiesel, promovendo a substituição de, pelo menos, 60% do óleo diesel consumido no mundo. As matérias-primas e os processos para a produção do biodiesel dependem da região considerada. As diversidades sociais, econômicas e ambientais geram distintas motivações regionais para sua produção e consumo. A demanda mundial por combustíveis de origem renovável será crescente e o Brasil tem potencial para ser um grande exportador mundial, principalmente no contexto atual de grandes mudanças climáticas. A produção de biodiesel é estratégica para o país e pode significar uma revolução no campo, gerando emprego, renda e desenvolvimento, especialmente para o semi-árido nordestino. Neste cenário destaca-se a microrregião de Irecê, estado da Bahia, como o grande centro de produção de mamona (*Ricinus communis* L.) em âmbito nacional, onde foram plantados na safra de 2003/2004, mais de 110.000 hectares por pequenos e médios produtores, apresentando-se como uma boa opção para os sistemas de produção de sequeiro (Beltrão et al., 2004).



Dentre as demais oleaginosas, é a que apresenta as maiores potencialidades para o Nordeste, seja pela relativa familiaridade do agricultor com a cultura, seja pela possibilidade do uso de tecnologias mais simples para a sua produção, pela maior resistência à seca, pelo elevado teor de óleo que apresenta e, ainda, pela boa produtividade. Recentes trabalhos da EMBAPA já sinalizam significativos avanços tanto em condições de sequeiro quanto em condições de lavouras irrigadas.

Os estados do Nordeste podem levar vantagem imediata no cultivo dessa cultura. O principal atrativo que a Paraíba oferece é o custo baixo de produção da mamona, cerca de R\$ 800,00 por hectare cultivado em condições de sequeiro. Em Campina Grande, PB, em Irecê, BA, em Barbalha, CE e em outros estados da região, a Embrapa Algodão (estatal vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) desenvolve pesquisas de melhoramento genético da cultura, cujo objetivo é fazer aumentar o teor de óleo das sementes de mamona para 60% (Holanda, 2004).

O Brasil tem potencial para fornecer mais de 60% do biodiesel em substituição ao diesel que o mundo inteiro consome atualmente. Somente de babaçu têm-se, no Brasil, 17 milhões de hectares nativos. A agricultura brasileira consome seis bilhões de litros de diesel que poderiam ser totalmente substituídos pelo biodiesel produzido no país.

Os resultados de pesquisa desenvolvida por diversas instituições apontaram para a utilização de novas fontes alternativas de combustível, para economizar recursos e reduzir a poluição provocada pelos gases tóxicos lançados na atmosfera por veículos automotores. No âmbito da pesquisa, podem-se ver as valiosas contribuições encaminhadas por acadêmicos e pesquisadores dos principais centros tecnológicos do País que trabalham com energia renovável proveniente de biomassa.



O desenvolvimento tecnológico de novas fontes de energia é, hoje, um tema prioritário para as instituições de pesquisa ligadas ao estudo de alternativas ao uso do petróleo e de seus derivados para fins energéticos. No Brasil, desde 2002, o programa Probiodiesel estabelece especificações técnicas e competitividade como critérios para atestar a viabilidade de matérias-primas e processos de extração.

Embora o interesse por óleos vegetais como matéria-prima para combustíveis não seja recente, seu uso em motores esbarrava na elevada viscosidade e na necessidade de manutenção intensiva provocada pelo alto índice de resíduos de sua combustão. A solução para tais limitações foi idealizada por Chavanne, cientista belga que, em 1937, misturou álcool aos óleos vegetais e patenteou o processo de transesterificação (Knothe, 2001).

A denominação de biodiesel para o novo combustível, composto basicamente de um éster monoalquílico e com rendimento térmico equivalente ao do diesel de petróleo, foi usada pela primeira vez em 1988 por pesquisadores chineses (Knothe, 2001). De acordo com Parente (2003), a transesterificação vem sendo estudada no Brasil desde 1979, quando a Universidade Federal do Ceará conduziu os primeiros experimentos sobre o tema.

Embora o Proálcool tenha direcionado o interesse para a cana durante os anos 1980, desde 2002 a atenção sobre a biomassa como fonte alternativa de energia voltou a ser ampliada para diferentes espécies, com a criação do programa Probiodiesel.

Segundo a Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio (STI/MIC) (1985), a adequada seleção de espécies vegetais destinadas à produção de óleo combustível passa, fundamentalmente, por cinco critérios, que são a aptidão agrícola, a produtividade, o ciclo produtivo, o manejo e a estabilidade da semente durante a armazenagem. Particularmente para a mamoneira, são importantes características, como bom desenvolvimento e

rusticidade, porte médio, precocidade, grande número de cachos, frutos semi-deiscentes, grande produtividade, sementes de tamanho médio com alto teor de óleo e resistência a pragas e doenças (Moreira et al., 1996).

O Governo Federal anunciou o uso comercial de biodiesel que disciplina a produção e a comercialização de óleo combustível de origem vegetal para mistura facultativa ao diesel de petróleo – numa proporção de 2% (B2), já em 2005. Ao optar pela implementação do Programa de Biodiesel tendo a mamona como base, ampliam-se as experiências com esta oleaginosa que possui um mercado crescente dentro e fora do Brasil, já que a mesma pode ser utilizada em inúmeras aplicações. Em estudo prospectivo da produção nacional de biodiesel de mamona e determinação do nível de investimento público necessário para atingir as metas de produção propostas, Almeida et al. (2004) citam que, para substituir 2% do consumo interno de diesel, serão necessários 786 milhões de litros de biodiesel, com base no consumo de 2003. Desse volume, 40% deverão ser obtidos a partir de óleo de mamona. Considerando uma produtividade agrícola da mamona de 1,8 t/ha e o rendimento industrial em óleo de 45%, será necessário o plantio de 360 mil ha e investimentos da ordem de R\$ 370 milhões.

Além desse potencial, existe ainda mercado para os principais descartes (casca das bagas e torta celulósica processada), que são utilizados nas etapas de adubação e compostagem (Rangel et al., 2004). Em face da necessidade de aumentar a produtividade agropecuária, Bandeira et al. (2004) citam também o aproveitamento do excedente de torta que, após detoxicada, pode ser utilizada na alimentação de ruminantes e de outras criações como na piscicultura e na avicultura.

## **2.12 Fisiologia da mamoneira**

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma espécie essencialmente tropical, cultivada comercialmente em mais de 15 países. Dela é extraído óleo

das sementes, que tem um elevado valor estratégico pelo fato de não existir bons substitutos em muitas de suas aplicações e pela sua versatilidade industrial (Amorim Neto, 2001). É uma planta que tem na precipitação pluvial, temperatura e umidade do ar, associados à altitude, os principais fatores que contribuem para externar o seu potencial genético em termos de produtividade. A temperatura ideal para seu crescimento e maturação está em torno de 20° C a 30° C (Silva, 1981). Em regiões de clima quente e seco, como é o caso do semi-árido do Nordeste brasileiro, torna-se extremamente importante identificar os níveis críticos de água disponíveis para o cultivo comercial de espécies naturalmente vigorosas e de fácil propagação, como é o caso da mamona, à qual poucos são os cuidados dispensados quanto ao manejo da água.

Esta espécie é polimórfica, com seis subespécies e 25 variedades botânicas. Apresenta grande variação no hábito de crescimento, cor da folhagem e caule, tamanho das sementes, coloração e conteúdo do óleo, sendo uma planta perene quando as condições ambientais, sobretudo temperatura e umidade, o permitem (Mazzani, 1983b; Weiss, 1983). De acordo com Popova & Moshkin (1986), a mamoneira pode atingir até dez metros de altura e viver mais de dez anos. A altura da planta é controlada por fatores genéticos e ambientais (Mazzani, 1983a).

A mamoneira é uma planta de elevada complexidade morfológica e fisiológica. Seu crescimento é diferenciado em cada ramo, dicotômico e heterogônico, com cachos de várias idades fisiológicas, desenvolvimento heteroblástico, metabolismo fotossintético C<sub>3</sub>, ineficiente, com taxa fotossintética entre 18 e 27 mg CO<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>/h, elevada taxa de fotorrespiração e necessita de, pelo menos, 2.900 graus/dias de calor para chegar à maturidade (Beltrão et al., 2001; D'yakov, 1986; Moshkin, 1986; Street & Opik, 1974).

Para o entender como a planta e a cultura fabricam sua produção econômica, há a necessidade de se entender como ela cresce e se desenvolve e,

em especial, como a planta faz a partição dos assimilados entre os seus diversos órgãos, em condições otimizadas de clima e de solo e em condições desfavoráveis. Estas condições foram caracterizadas por Larcher (2000) como um desvio significativo das condições ótimas e que induz à mudança no metabolismo dos organismos, o que freqüentemente chama-se de estresse. A resposta das plantas denominadas de “strain”, no qual o coordenador interno nas plantas superiores são os hormônios, promotores (auxinas, giberelinas e cinetinas) e retardadores do crescimento, como o etileno e o ácido abscísico.

Entre as características do crescimento que têm sido estudadas na mamoneira, destaca-se a taxa assimilatória líquida que, em condições boas para o crescimento, assume valores entre 6,5 a 6,9 g/m<sup>2</sup>/dia, no período vegetativo, podendo chegar a até 10,1 g/m<sup>2</sup>/dia no estágio da terceira folha até a formação do racemo primário (D’Yakov, 1986).

Nas mais importantes plantas cultivadas, tais como milho (*Zea mays* L.), feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oriza sativa* L.), soja [*Glycine Max* (L.) Merr.], entre outros, há inúmeros estudos sobre a partição de assimilados e estimativa do índice de colheita e escore de produtividade, entre outras características do crescimento diretamente ligadas à produção econômica das culturas (Stoskopf, 1981).

Sobre a cultura da mamona pouco se sabe sobre tais aspectos, bem como sobre a produtividade primária desta espécie em condições ecofisiológicas e como ela usa o substrato ecológico, transformando o CO<sub>2</sub> do ar em fitomassa, fazendo assim o seqüestro do carbono, além de produzir oxigênio via processo fotossintético.

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família das euforbiáceas, possivelmente originária da Etiópia, no continente africano. As plantas de mamoneira variam grandemente, podendo-se, portanto, encontrar

tipos botânicos com porte baixo ou arbóreo, ciclo anual ou semiperene (Sichimann et al., 1978).

Atualmente, a Embrapa Algodão possui, no seu Banco de Germoplasma, cerca de 540 acessos de mamona, com grande variedade de genótipos a serem conservados a longo prazo, necessitando de uma caracterização e avaliação do germoplasma. Estas são atividades complementares e necessárias para o completo conhecimento e detalhamento das características desses acessos. Por meio da caracterização taxonômica do germoplasma, pode-se conhecer a diversidade e a potencialidade dos genótipos que irão atender aos vários segmentos da cadeia produtiva dessa cultura.

No germoplasma estão contidos os genes que determinam as características de cada espécie. A variação de diferentes combinações de alelos nos loci gênicos dentro das espécies gera a diversidade genética (Fetzgerald, 1989). Isto inclui variações distintas dentro da mesma espécie ou variações dentro de uma população (Moram & Hopper, 1987). É essa variação que alimenta os programas de melhoramento. Todavia, é necessário que se conheça essa diversidade e, ao mesmo tempo, que ela seja conservada (Nóbrega et al., 2001).

O porte das plantas pode variar desde 80 cm até 8 m de altura. O hábito de crescimento, cor de folhagem e caule, tamanho de semente e conteúdo de óleo também variam bastante nesta espécie. Suas características mais marcantes são as facilidades de adaptação e as velocidades de propagação sob diferentes condições climáticas. De acordo com Moshkin (1986b), a existência de inúmeras variedades de mamoneira pode ser justificada pelo fato de a espécie ser politípica, ou seja, subespécies são geradas em função de diferenças de origem morfológica, genética e ecológica.

De acordo com Amaral (2003), para garantir retornos econômicos competitivos em relação a outras culturas, torna-se necessário o uso de

tecnologias e o desenvolvimento de cultivares com características agrônômicas desejáveis, como maior produtividade de grãos e altura de plantas que facilite a colheita mecanizada. A avaliação de características, como ciclo das plantas, massa de 100 grãos e rendimento, também é importante em programas de melhoramento de plantas, visando obter maior homogeneidade do material.

A pesquisa sobre o melhoramento da mamoneira, atualmente, demanda esforços, tendo como objetivos: introduzir, de outros países produtores de mamona, materiais que possuam genes de resistência, para a obtenção de fontes de resistência às principais doenças e outras que possam porventura surgir, identificar e ou sintetizar genótipos que se adaptem às condições edafoclimáticas das regiões produtoras, visando distribuir cultivares mais produtivas, semi-deiscentes, de porte médio a baixo, precoces e com elevado teor de óleo nas sementes (Freire et al., 2001). Informações sobre a caracterização e classificação de genótipos de mamona podem ser obtidas em Nóbrega et al. (2001).

### **2.13 Problemas fitossanitários da cultura da mamona**

Mesmo sendo uma planta rústica, com grande capacidade de adaptação em todas as regiões do Brasil, a mamoneira, ao contrário do que se acreditava, é bastante afetada por vários microrganismos, tais como fungos, bactérias e vírus. Alguns deles quais chegam a causar prejuízos de grande expressão econômica, se as condições climáticas forem favoráveis ao seu desenvolvimento.

Com base nestes argumentos, conclui-se que o conhecimento sobre as doenças, a etiologia e a disseminação dos seus agentes causadores e dos métodos de controle é um fator fundamental para o desenvolvimento de uma ricinocultura em bases econômicas racionais.

A mancha de cercospora, embora de ocorrência freqüente nas regiões produtoras do país, sobretudo nos anos em que há precipitações pluviométricas mais elevadas, não tem causado prejuízo à produção, contudo, quando incide em

plântulas pode levá-la à morte (Kimati, 1980). Causada pelo fungo *Cercospora ricinella* Sacc. & Berl., os sintomas caracterizam-se pela presença de manchas foliares de formato arredondado, com o centro claro e bordas castanhas. Alta umidade relativa do ar favorece o seu desenvolvimento. Sobre a área do tecido foliar necrosado, normalmente, são disseminados pela água da chuva, vento e insetos. O fungo também pode ser disseminado pela semente (Neergaard, 1979). A utilização de espaçamentos maiores, visando promover maiores aeração no interior do plantio, e com isso reduzir os níveis de umidade relativa do ar, é uma das medidas de controle desta doença.

A mancha de alternaria é causada por *Alternaria ricini* Yoshii Hansford. Tem ocorrência generalizada nas regiões produtoras desta oleaginosa, porém, não causa grandes prejuízos a esta cultura. Os sintomas nas folhas apresentam manchas pardas, muitas vezes concêntricas, podendo coalescer com a evolução da doença. Em caso de grande incidência, pode ocorrer a desfolha da planta. Em condições favoráveis de temperatura e umidade elevadas, a doença se desenvolve com maior rapidez, formando intensa esporulação do patógeno sobre o tecido do hospedeiro (Kimati, 1980). O patógeno é transportado pelo vento, pela chuva e pode ser transmitido pela semente (Cook, 1981). Serve como medida de controle a mesma citada anteriormente, ou seja, a utilização de espaçamentos maiores.

A mancha foliar bacteriana é causada pela bactéria *Xantomonas axonopodis* pv. Ricini. Os sintomas caracterizam-se por pequenas manchas nas folhas, inicialmente de aspecto aquoso e coloração verde-escuro, passando, posteriormente, ao castanho-escuro, de formato geralmente angular e, algumas vezes, circular. As lesões foliares podem coalescer, causando necrose em extensas áreas do limbo, resultando no desfolhamento prematuro da plantas; às vezes, o tecido necrosado da folha pode se dilacerar. Os pecíolos e os ramos jovens apresentam lesões escuras e alongadas (Cook, 1981); os frutos e racemos

também podem ser afetados (Drummond & Coelho, 1981). Temperaturas e umidade relativa elevadas são condições favoráveis ao seu desenvolvimento (Kimati, 1980). A penetração da bactéria ocorre pelos estômatos (Cook, 1981) ou por ferimentos no órgão afetado; a disseminação do patógeno dá-se, sobretudo, pela água e pelo vento (Kimati, 1980) e, às vezes, pela semente (Bringham & Spears, 1980).

O mofo cinzento, no Brasil, foi constatado pela primeira vez no estado de São Paulo, em 1932 (Gonçalves, 1936). A doença foi crescendo em importância à medida que foi se intensificando a exploração da mamoneira em escala comercial, quando passou a causar sérios prejuízos. Hoje, é considerada, em algumas regiões do país, uma das principais doenças desta cultura, ocasionando perdas significativas na produção (Fornaziere Junior, 1986). Sua distribuição é praticamente generalizada, ocorrendo nas regiões produtoras cujas condições climáticas são favoráveis ao seu desenvolvimento.

*Amphobotrys ricini* é o agente causal do mofo cinzento da mamoneira. O relato da doença foi inicialmente feito em 1918, sendo posteriormente detalhado um estudo sobre seu agente causal, denominado *Botrytis ricini* (Goodfrey, 1923). A forma perfeita do fungo foi mais tarde determinada (Whetzel, 1945), nomeada *Botryotinia ricini*. O estado anamorfo do fungo foi retirado do gênero *Botrytis* em 1973 e transferido para o gênero *Amphobotrys* (Hennebert, 1973).

A doença é causada pelo fungo por *Botriotinia ricini* (Goldf) wet. que, sob condições climáticas favoráveis, promove a destruição dos cachos (Godfrey, 1923). Os problemas com o mofo cinzento se agravam com a intensificação do cultivo e a introdução de variedades mais produtivas, porém, nem sempre mais resistentes. O fungo afeta, principalmente, a inflorescência ou o racemo, em qualquer fase do seu desenvolvimento, causando, inicialmente, pequenas manchas de coloração azulada nos frutos. Sob condições de alta umidade relativa, ocorre abundante desenvolvimento de hifas do fungo na superfície dos



tecidos, seguido de esporulação intensa, o que confere à área lesionada um aspecto pulverulento de coloração cinza, semelhante a uma teia de aranha, com posterior frutificação do patógeno, (Lima al., 2001, E.F.). À medida que o cacho afetado envelhece, a teia micelial do fungo torna-se mais escura e as cápsulas ficam frouxas e pendentes. O patógeno afeta o teor de óleo e a quantidade das sementes, tornado-as chochas (Kimati, 1980). Como medida de controle, caso o grau de intensidade da doença seja bastante elevado, pode-se realizar a rotação de cultura. A eliminação dos restos culturais e mamoneiras espontâneas também reduzem os problemas com esta doença. Como prática cultural, a utilização de espaçamentos maiores (Sichmann, 1978) é também medida recomendada para o controle desta doença.

Nas condições de clima e de solo do Brasil, em especial no semi-árido e cerrado, as doenças da mamoneira são muito poucas, não tendo expressão econômica, como ocorre em outras regiões onde o clima quente e úmido permite que os patógenos causadores das doenças bióticas se estabeleçam com rapidez e frequência considerável. A principal doença da mamoneira é o mofo cinzento, causado pelo fungo *Botrytis ricini* L., que ataca e destrói toda a estrutura floral e de frutificação da planta. Para seu controle, devem-se eliminar os restos culturais, fazer a rotação de culturas e não plantar caso no ano anterior, tiver ocorrido a doença na área. Outras doenças da mamoneira são: murcha de fusarium, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* F. *ricini*, podridão de botryodiplodia, causada pelo fungo *Botryodiplodia theobromae* L., cercosporioses e alternaria. Na Bahia, também é comum a podridão de macrophomina, causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina*, de difícil controle, devendo-se usar sempre a rotação de culturas.

A mamoneira foi, até pouco tempo, considerada a única hospedeira deste patógeno (Kimati, 1980). Todavia, existem relatos da ocorrência de *A. ricini* em *Caperonia palustris* (Whitney & Taaaber, 1986), *Euphorbia supina*, *E.*

***pulcherrima* (Holcomb et al., 1989) e *E. milii*.**

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local e condução do experimento**

O experimento foi conduzido no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), durante o ano agrícola 2003/04. A Estação Climatológica Principal de Lavras, que forneceu os dados climatológicos durante a execução da pesquisa, está situada a 21°14' de latitude Sul, 45°00' de longitude Oeste, a 918,8 metros de altitude, em solo originariamente sob vegetação de cerrado, classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999), a uma distância de aproximadamente 500 metros do experimento, na direção oeste.

As análises química e física de amostras do solo (Tabela 1) foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da UFLA.

Os dados meteorológicos referentes à temperatura, umidade relativa do ar e precipitação no período de condução do experimento foram fornecidos pelo Setor de Agrometeorologia do Departamento de Engenharia da UFLA. Estes dados são apresentados na Tabela 3, na forma de gráficos, para facilitar o entendimento.

**TABELA 1** Resumo dos resultados das análises química e física de solos utilizados na implantação do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Atributo	Unidade	Valor	Interpretação
pH em água (1:2,5)	---	5,7	Acidez média
P (fósforo Mehlich I)	mg/dm <sup>3</sup>	4,0	Baixo
K (potássio Mehlich I)	mg/dm <sup>3</sup>	25,0	Baixo
Ca (cálcio)	mg/dm <sup>3</sup>	2,6	Médio
Mg (magnésio)	cmolc/dm <sup>3</sup>	0,4	Baixo
Al (alumínio)	cmolc/dm <sup>3</sup>	0,0	Baixo
H + Al (acidez potencial)	cmolc/dm <sup>3</sup>	2,3	Baixo
S.B. (soma de bases)	cmolc/dm <sup>3</sup>	3,1	Médio
t (CTC efetiva)	cmolc/dm <sup>3</sup>	3,1	Médio
T (CTC a pH 7,0)	cmolc/dm <sup>3</sup>	5,4	Médio
m (saturação por alumínio)	%	0,0	Baixo
V (saturação por bases)	%	57,1	Médio
Boro (água quente)	mg/dm <sup>3</sup>	0,35	Médio
Zinco (DTPA)	mg/dm <sup>3</sup>	0,7	Médio
Cobre (DTPA)	mg/dm <sup>3</sup>	1,5	Alto
Manganês (DTPA)	mg/dm <sup>3</sup>	5,8	Alto
Ferro (DTPA)	mg/dm <sup>3</sup>	5,0	Médio
Matéria orgânica	dag/kg	2,2	Médio
Areia	%	24,0	----
Argila	%	45,0	----

Obs.: As análises química e física de amostras do solo referem-se ao ano de 2003, ano de instalação do experimento.

Os tratamentos constaram de populações de mamona da variedade IAC Guarany 2002, formada pelo seguintes arranjos populacionais (T1 – 1,0 m X 0,5 m - 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>, T2 – 1,0 m X 1,0 m - 10.000 plantas ha<sup>-1</sup>, T3 - 1,5 m X 0,5 m - 13.333 plantas ha<sup>-1</sup>, T4 – 1,5 m X 1,0 m – 6.666 plantas ha<sup>-1</sup>, T5 - 2,0 m X 0,5 m - 10.000 plantas ha<sup>-1</sup>, T6 - 2,0 m X 1,0 m - 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, T7 - 2,5 m X 0,5 m - 8.000 plantas ha<sup>-1</sup>, T8 - 2,5 m X 1,0 m - 4.000 plantas ha<sup>-1</sup>, T9 - 3,0 m X 0,5 m - 6.666 plantas ha<sup>-1</sup> e T10 - 3,0 m X 1,0 m – 3.333 plantas ha<sup>-1</sup>), com um total de dez tratamentos. Foi utilizado o delineamento estatístico em blocos ao acaso com 4 (quatro) repetições, perfazendo um total de 40 parcelas. As combinações forneceram as populações de plantas apresentadas na Tabela 2. As parcelas da cultivar AL Guarany 2002 foram constituídas por quatro linhas de 6 m e a área útil foi formada pelas duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 m em cada extremidade.

**TABELA 2** Populações (plantas. ha<sup>-1</sup>) obtidas nos 10 tratamentos utilizados, em função dos diferentes arranjos. UFLA, Lavras, MG, 2005.

DENSIDADES (plantas.metro <sup>-1</sup> )	'AL Guarany 2002'				
	ESPAÇAMENTOS				
1	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
	10.000	6.666	5.000	4.000	3.333
2	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
	20.000	13.333	10.000	8.000	6.666

**TABELA 3** Valores mensais da temperatura média, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de julho de 2003 a junho de 2004. (Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG, situada no campus da UFLA, em convênio com o Instituto Nacional e Meteorologia-INMET). UFLA, Lavras, MG, 2005.

<b>Meses</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>P (mm)</b>	<b>UR%</b>
Julho	16,9	15	67,1
Agosto	18,2	9	65,2
Setembro	20,5	14	64,2
Outubro	21,6	65	62,4
Novembro	21,7	155	73,3
Dezembro	23,0	246	77,3
Janeiro	23,5	191	75,5
Fevereiro	21,6	295	81,3
Março	22,0	128	76,5
Abril	20,9	61	79,1
Maiο	18,2	59	77,0
Junho	16,4	34	74,1

As sementes, da cultivar AI Guarany 2002\*, foram fornecidas pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI)\*. Essa cultivar possui como características frutos indeiscentes, porte médio, altura média de 1,80 a 2,00 m, ciclo vegetativo de 180 dias, potencial produtivo de 1.500 kg.ha<sup>-1</sup> a 4.000 kg.ha<sup>-1</sup>, colheita única, 47% de óleo nas sementes, peso de 100 sementes de 43 g. Após serem previamente separadas, classificadas e embaladas com seus respectivos números de sementes de cada tratamento, foram semeadas manualmente, na área experimental. A área experimental foi preparada convencionalmente (uma aração, feita com arado fixo de 3 discos, com 26 polegadas de diâmetro a uma profundidade de 0,25 m e duas gradagens feitas com grade standart, de 26 discos de 18 polegadas de diâmetro, tracionados por trator Ford 5600), de forma a proporcionar o destorroamento e o nivelamento do terreno. Os sulcos, espaçados conforme os tratamentos, foram abertos com o auxílio de enxadas. A distribuição das sementes foi sempre em número maior de sementes, com a finalidade de garantir o estande final.

Foram realizados dois desbastes, de forma a garantir o estande planejado: o primeiro, aos 15 dias após a emergência das plantas, deixando-se o dobro do estande pretendido; o segundo, aos 30 dias após a emergência, caracterizando-se os estandes definidos nos tratamentos.

A adubação no plantio foi constituída de 250 kg.ha<sup>-1</sup> de um adubo formulado (NPK) 08-28-16 e foram realizadas duas coberturas manualmente, sendo a primeira com adubo formulado 20-00-20, na dosagem de 120 kg. ha<sup>-1</sup> e a segunda com o mesmo adubo citado, na dosagem de 100 kg. ha<sup>-1</sup>, sempre de acordo com as exigências da variedade utilizada e as condições de fertilidade indicadas na análise de solo.

---

\* A citação de marcas comerciais e empresas não indica recomendações por parte do autor, em detrimento de qualquer outra.

O controle das plantas daninhas foi realizado durante todo o ciclo da cultura, por meio de capinas manuais, com enxada. As plantas daninhas remanescentes da área foram eliminadas manualmente.

## **3.2 Parâmetros avaliados**

### **3.2.1 Número de cachos formados por planta**

Contagens foram realizadas no ato da colheita, quando separaram-se cachos de primeira posição (cachos primários), de segunda posição (secundários); de terceira e quarta posições foram colhidos juntos (terciários e quaternários). Com estes dados, determinou-se a produtividade da variedade submetida a diferentes arranjos populacionais em cada tratamento.

### **3.2.2 Contribuição do cacho primário, secundário e terciário com quaternário na produtividade final**

Esse parâmetro correspondeu ao peso total da mamona em baga colhida em diferentes posições dentro da planta, apresentando uma contribuição diferenciada na contabilização da produtividade final da lavoura.

### **3.2.3 Comprimento de cacho primário, secundário e terciário com quaternário**

Esse parâmetro correspondeu ao comprimento total do cacho, medido com o auxílio de régua graduada. Esta medida representa o espaço existente entre a base do cacho, ponto de ligação com o caule e o ápice do cacho de mamona.



### **3.2.4 Expressão sexual masculina dos cachos primário, secundário e terciário com quaternário**

Esse parâmetro correspondeu ao comprimento total do cacho, medido com o auxílio de régua graduada. Esta medida representa o espaço existente entre a base do cacho e o início da formação das flores femininas, ou seja, o início da frutificação do cacho de mamona.

### **3.2.5 Expressão sexual feminina dos cachos primário, secundário e terciário com quaternário**

Esse parâmetro correspondeu ao comprimento total do cacho, medido com o auxílio de régua graduada. Esta medida representa o espaço existente entre o ápice do cacho e o final da formação das flores femininas, ou seja, o final da frutificação do cacho de mamona, da ponta para a base.

### **3.2.6 Produtividade total de frutos de mamona**

O peso total de frutos de mamona colhidos nas duas linhas da área útil de cada parcela foi obtido em balança de precisão e o resultado transformado em quilogramas por hectare ( $\text{kg} \cdot \text{hectare}^{-1}$ ).

### **3.2.7 Altura de plantas**

A altura de plantas é a medida correspondente à distância entre o nível do solo e a extremidade da haste principal. As medições, no presente estudo, foram feitas a partir dos 30 DAE, tendo sido realizadas a cada 15 dias, por um intervalo de dois meses, com o auxílio de régua graduada.

### **3.2.8 Diâmetro de copa**

O diâmetro de copa é a medida correspondente à distância entre o eixo principal de crescimento da planta (caule) e a projeção da copa (do caule até a

extremidade do ramo lateral de maior tamanho). As medições, no presente estudo, foram feitas a partir dos 30 DAE, tendo sido realizadas a cada 15 dias, em um intervalo de dois meses, com o auxílio de régua graduada.

### **3.2.9 Estimativa do tempo de crescimento da mamona para o completo fechamento da rua de plantio (Túnel de crescimento)**

A altura de plantas é a medida correspondente à distância entre o nível do solo e a extremidade da haste principal e o diâmetro de copa é a medida correspondente à distância entre o eixo principal de crescimento da planta (caule) e a projeção da copa (do caule até a extremidade do ramo lateral de maior tamanho). Este dois fatores sofrem influencia durante o tempo. A relação existente entre estes dois parâmetros permitiu avaliar o tempo necessário para o completo fechamento da lavoura, determinando assim qual seria a melhor cultura a consorciar com a mesma.

### **3.2.10 Avaliação de doenças foliares da mamoneira**

As fontes de variação foram cinco espaçamentos: 1,0 m, 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m e 3,0 m entre linhas e duas densidades de plantio na linha, uma e duas plantas por metro linear. Os tratamentos se deram pela interação fatorial das duas fontes de variação.

Para avaliação das doenças, primeiramente, foi feita, uma análise de quais doenças estavam presentes nas folhas da mamoneira, no Laboratório de Fitopatologia da UFLA.

Para avaliação da intensidade de ataque nas folhas, foi feita uma amostragem de trinta folhas por parcela. Cada folha foi avaliada com a quantidade de área foliar atacada, por cada doença, utilizado-se uma tabela de notas (Tabela 4) para quantificar a área necrosada. Em seguida, foi feita a média das notas das folhas retiradas de cada parcela.

**TABELA 4** Tabela de notas e suas porcentagens equivalentes de ataque de doenças nas folhas, utilizada em função dos diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Notas	Porcentagem de ataque
0	0%
1	0% a 15%
2	16% a 25%
3	26% a 50%
4	51% a 75
5	> 76%

### 3.1 Análise estatística

Para todos os parâmetros analisados foram realizadas análises de variâncias. Para a comparação entre médias, empregou-se o teste de Tukey a 5% e 1% de probabilidade. Em alguns casos, utilizou-se o teste de Scott-Knott (1974), a 5% e 1% de probabilidade, por se trata de um teste de média que não apresenta ambigüidade na comparação dos dados dos diferentes tratamentos, oferecendo melhor visualização entre os parâmetros analisados (Borges, 2002).

Os dados percentuais apresentaram distribuição normal entre os resíduos, por meio do teste de homogeneidade, não necessitando de transformações. Na análise estatística, a relação das variáveis dependentes com os níveis de espaçamento e densidad, e os fatores avaliados foram ajustados por regressão, quando necessário.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados expostos a seguir com relação à produtividade de mamoneira 'Al Guarany 2002' são apenas o início dos trabalhos de pesquisas de um projeto amplo. É oportuno que se desenvolvam trabalhos que possam auxiliar os agentes de extensão e outros grupos de pessoas interessadas, onde se possa estimar a produtividade desta cultura por meio de seus componentes da produção.

### 4.1 Comprimento do cacho primário

No Quadro 1A (Anexos) encontra-se a análise de variância para dados de comprimento de cachos primário. Nos resultados médios obtidos para esse parâmetro, observou-se que não houve diferença estatística significativa para a variação da densidade (Tabela 5).

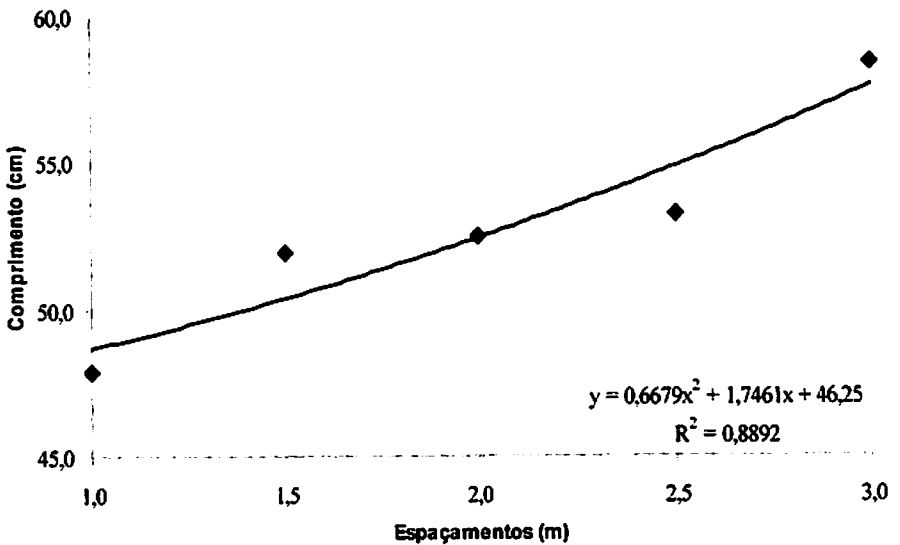
**TABELA 5** Resultados de comprimento médio do cacho primário obtido em diferente densidade de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Densidade (Plantas.m <sup>-1</sup> )	Médias
2	52,18 a
1	53,28 a

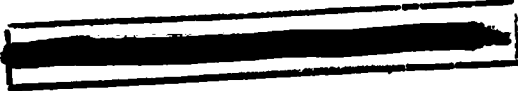
Na coluna, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento, e pelos resultados mostrados na análise de variância, verificou-se que houve uma diferença significativa a 5% de probabilidade, quando se variou o espaçamento.

Nota-se, ainda pela análise de regressão quadrática, que, à medida que se aumentou o espaçamento, aumentou-se o comprimento do cacho primário (Figura 1). Pode-se constatar também que para a variação da densidade nas condições em que foi desenvolvido o experimento, não foram observadas diferenças estatística significativa.



**FIGURA 1** Comprimento de cacho primário (cm), obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.



O comprimento do cacho de mamona seja ele primário, secundário ou de ordem maior, está diretamente relacionado com a biologia floral da mamoneira, que é bastante complexa, e apresenta diversas formas de expressão sexual (Beltrão et al., 2001).

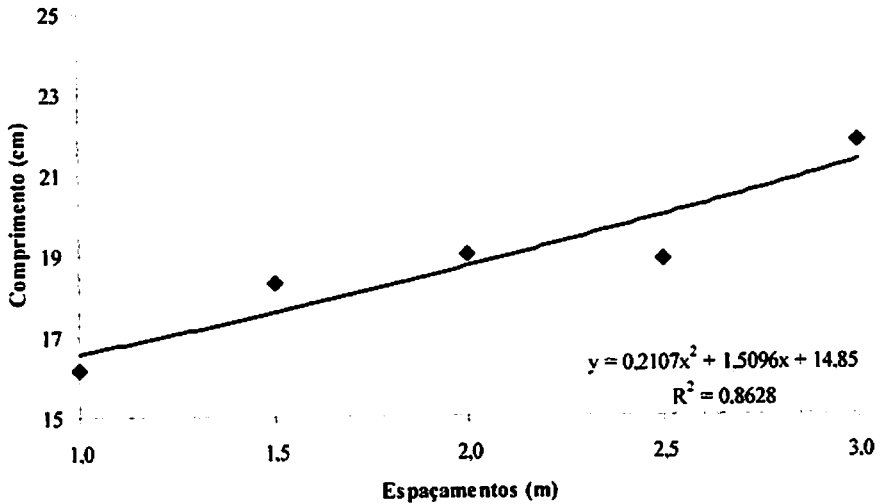
Analisando-se a produtividade obtida pelos cachos primários, secundários e terciários, constata-se que houve uma produtividade média de mamona em baga de 2.340 kg.ha<sup>-1</sup> em tratamento com uma linha de mamona na entrelinha de café com espaçamento de 3,0 m x 1,0 m e recepado a 0,4 m de altura, e de 1.960 kg.ha<sup>-1</sup> no tratamento com duas linhas de mamona (Castro Neto et al., 2004). Pode-se, então, afirmar que a utilização de apenas um linha de mamona nas entrelinhas de café levou a uma maior produtividade de mamona, em virtude, provavelmente, de um maior tamanho e peso dos cachos.

#### **4.2 Expressão sexual masculina do cacho primário**

Ao aumentar o espaçamento, pode-se notar, pelos dados, que houve uma diferença estatística significativa na expressão sexual masculina dos cachos primários, não ocorrendo diferença estatística significativa para a fonte de variação densidade. A regressão quadrática mostra que, no espaçamento de 1,0m entre linha de plantio, a expressão sexual masculina do cacho primário foi de 16,2 cm enquanto que, no espaçamento de 3,0 m entre linha de plantio foi de 21,2 cm (Figura 2). Isto permite observar que os menores espaçamentos apresentam um resultado mais satisfatório, pois, quanto maior for a expressão sexual masculina no cacho de mamona, menor será a representatividade desse cacho na produtividade final. A expressão sexual da mamoneira pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles o manejo cultural.

Moraes (2004), trabalhando com a cultivar BRS 149 Nordesteina submetidas a diferentes níveis de saturação hídrica, demonstrou que as estruturas reprodutivas variaram de tamanho em apenas 24% quando submetidas à

saturação hídrica, enquanto que plantas em condições normais mais que dobraram no crescimento no mesmo período. Isso mostra o quanto a mamoneira pode variar em valores da expressão sexual feminina e ou masculina, em função da variação do espaçamento, por ser uma planta de elevada complexidade morfológica e fisiológica.



**FIGURA 2** Expressão sexual masculina do cacho primário (cm), obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

#### 4.3 Porcentagem de participação do cacho primário

No Quadro 1A (anexos) encontra-se a análise de variância para dados de porcentagem de participação do cacho primário. Os resultados médios obtidos para esse parâmetro são apresentados na Tabela 6.

O cacho primário tem participação na produtividade final de mamona da ordem de 35,3% pelos resultados obtidos, nas condições em que foi

desenvolvido o experimento, pode-se notar que a sua participação é influenciada pela variação do espaçamento, não tendo sido observadas diferenças estatísticas significativas para a fonte de variação densidade nos tratamentos estudados.

**TABELA 6** Resultados da porcentagem de participação do peso total de mamona do cacho primário colhida na área experimental, obtidos em diferentes espaçamentos da linha de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Espaçamentos (m)	Médias observadas (%)
1,0	41,45 b
1,5	37,38 b
2,0	31,60 a
2,5	29,73 a
3,0	36,20 b

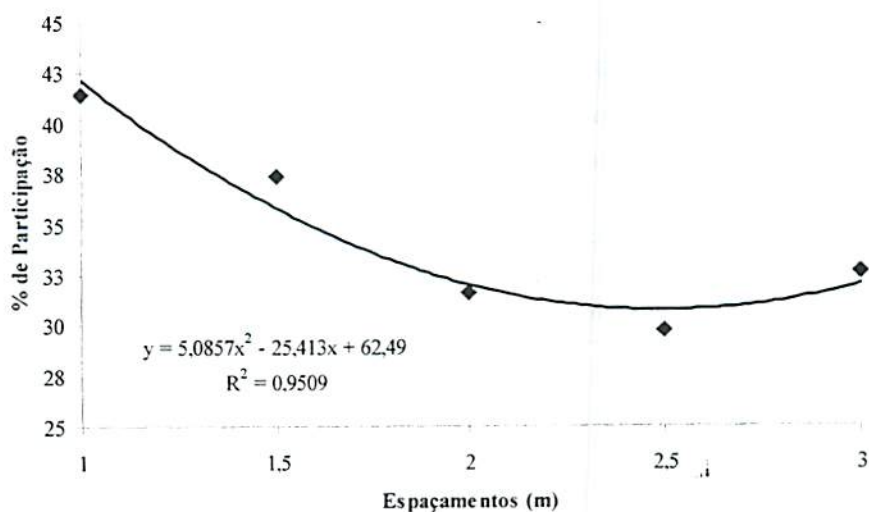
Na coluna, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nos resultados citados pode-se ainda observar que as maiores participações foram obtidas com os menores espaçamentos. Na equação quadrática, com um coeficiente de determinação  $R^2 = 88,5\%$  (Figura 3), pode-se observar como se comportam os dados de participação em função dos espaçamentos. Pode-se notar também que, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, não houve diferença estatística significativa na participação dos cachos primários em função da fonte de variação densidade.

Barros Junior et al. (2004), trabalhando com as cultivares Paraguaçu e Nordestina em estufa e utilizando vasos, obtiveram resultados com relação à



emissão da primeira inflorescência aos 38,8 e 50,3 dias após a germinação. Esses resultados concordam com os resultados do experimento, no qual os cachos de primeira posição apresentaram uma participação maior por formarem-se primeiro. Isto pode ser observado em espaçamentos menores, nos quais a planta apresenta uma menor fase para o crescimento vegetativo, entrando na fase reprodutiva mais cedo que o normal.



**FIGURA 3** Porcentagem da participação do cacho primário na produtividade final de lavoura de mamona, obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

#### 4.4 Peso dos cachos primários

Pelo resultado da análise de variância, nas condições em que foi desenvolvido o experimento, pode-se notar que o peso do cacho primário de mamona sofreu influência ao variarem o espaçamento e a densidade. Pelo teste

de Tukey, pode-se observar que, ao variar espaçamentos entre as linhas de plantio e a densidade de plantas na linha de plantio, ocorre um aumento significativo no peso dos cachos primários de mamona. Esse fato foi observado quando foram utilizados os espaçamentos de 1,0 m entre linha de plantio obtendo-se cachos pesando 65,7 gramas e, ao utilizarem-se espaçamentos de 3,0 m entre linha de plantio estes cachos primários pesaram 106,3 gramas, chegando próximo ao dobro do peso, como observado na Tabela 7.

**TABELA 7** Resultados médios de peso de cacho primário (g), obtidos em diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

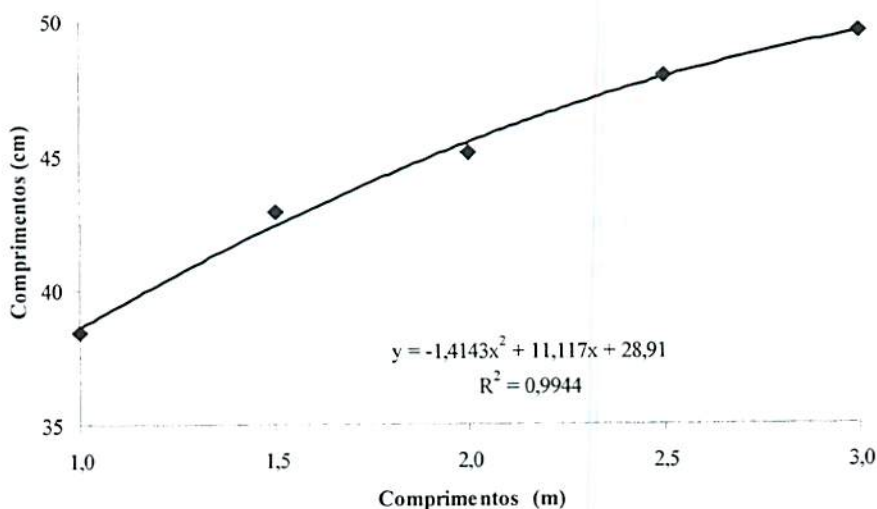
Espaçamentos (m)	Densidades (plantas. m <sup>-1</sup> )	
	01	02
1,0	65,77 aA	97,28 aB
1,5	97,25 bA	93,40 aA
2,0	96,83 bA	113,28 aA
2,5	100,78 bA	88,10 aA
3,0	106,33 bA	99,00 aA

Na coluna, as médias seguidas da mesma letra maiúscula, e na linha, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.5 Comprimento do cacho secundário

A análise de variância para dados de comprimento de cachos secundário encontram-se no Quadro 2A (Anexos). Os resultados médios obtidos para esse parâmetro são apresentados na Tabela 8. Nas condições em que foi desenvolvido o experimento, os resultados da análise de variância demonstraram que houve

uma diferença significativa a 5% de probabilidade, quando se variou o espaçamento. A análise de regressão linear, com um coeficiente de determinação  $R^2 = 97,2$ , foi o suficiente para mostrar como os resultados comportaram-se em função dos diferentes espaçamentos utilizados no experimento. Os menores espaçamentos (Figura 4), 1,0 m entre linha de plantio, apresentaram cachos secundários com comprimento de 38,4 cm, ao passo que o espaçamento maior, 3,0 m, apresentou cachos de comprimento de 46,9 cm. Este fato justifica, até certo ponto, a necessidade de espaçamentos maiores para esta cultura, pois o cacho secundário representa 30,2% da produção final em uma lavoura de mamona.



**FIGURA 4** Comprimento de cacho secundário (cm), obtido em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

**TABELA 8** Resultados médios de comprimento de cacho secundário (cm), obtidos em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Densidade (Plantas. m <sup>-1</sup> )	Médias
2	44,24 a
1	45,38 a

Na coluna, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### **4.6 Expressão sexual masculina do cacho secundário**

Na avaliação deste parâmetro, pode-se verificar que, nas condições em que foi desenvolvido o experimento, os resultados da análise de variância mostraram uma diferença significativa a 5% de probabilidade, quando se variou a densidade de plantio. E esta influência ocorreu de maneira positiva, pois, à medida que aumentou a densidade de plantio, ocorreu uma redução na expressão sexual masculina no cacho de mamona secundário das plantas avaliadas.

Pelos dados da Tabela 9, pode-se observar que, na densidade de duas plantas por metro linear, a planta fica mais estiolada. A expressão sexual masculina no cacho secundário destas plantas age de maneira oposta, ficando mais curto e, com isso, apresentando menor participação na produtividade. Este é um fator positivo, pois a tendência é de proporcionar uma maior expressão sexual feminina, já que houve uma diminuição na expressão sexual masculina.

Pode-se constatar também que, para a variação do espaçamento, nas condições em que foi desenvolvido o experimento, não foram observadas diferenças estatísticas significativa entre os tratamentos estudados.

Pelo dados da Tabela 9, pode-se observar, com base nos resultados do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, que a variação da densidade influenciou na expressão sexual masculina do cacho secundário de mamona.

**TABELA 9** Resultados médios da expressão sexual masculina do cacho secundário (cm), obtidos em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Densidade (Plantas.m <sup>-1</sup> )	Médias
2	19,25 a
1	21,05 b

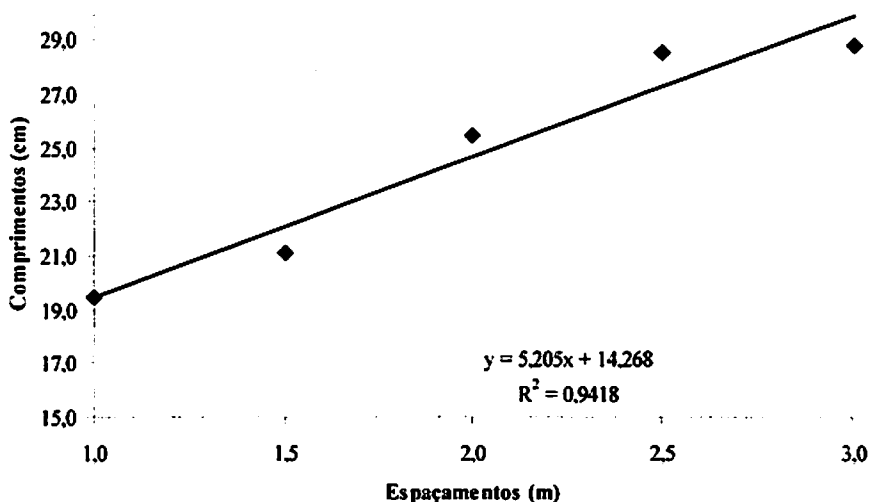
Na coluna, as médias seguidas da mesma letra maiúscula, e na linha, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.7 Expressão sexual feminina do cacho secundário

A expressão sexual feminina de cacho secundário de mamona representa a produtividade da planta, pois, quanto maior esta parte, maior será a produtividade da planta.

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento, os resultados mostrados na análise de variância, demonstraram que houve uma diferença significativa a 5% de probabilidade, quando se variou o espaçamento. A variação destes dados experimentais pode ser explicada pela análise de regressão linear, com um coeficiente de determinação  $R^2 = 94,2\%$ , na qual se verificou que, em espaçamentos menores, 1,0 m entre linha de plantio, a expressão sexual

feminina dos cachos secundário de mamona foi de 19,5 cm, ao passo que, ao utilizar espaçamentos maiores, 3,0 m entre linha de plantio, ela foi de 28,8 cm, (Figura 5).



**FIGURA 5** Expressão sexual feminina do cacho secundário (cm), obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

#### 4.8 Peso do cacho secundário

Pelo resultado da análise de variância, nas condições em que foi desenvolvido o experimento, pode-se notar que o peso do cacho secundário de mamona sofreu influência ao variar o espaçamento. Pela análise de regressão pode-se observar que diminuindo-se os espaçamentos entre as linhas de plantio, ocorre um aumento significativo no peso dos cachos secundários de mamona. Este fato foi observado quando foram utilizados os espaçamentos de 1,0 m e de

2,5 m entre linha de plantio, em que o peso dos cachos secundários variou significativamente, apresentando médias de 39,2 g e 68,3 g respectivamente.

Nota-se, então, pelo resultado acima, que espaçamentos maiores proporcionam um maior desenvolvimento dos cachos secundários, devido ao fato de plantas em espaçamentos menores ficarem mais estioladas, não permitindo o completo desenvolvimento dos cachos secundários (Figura 6 e Tabela 10).

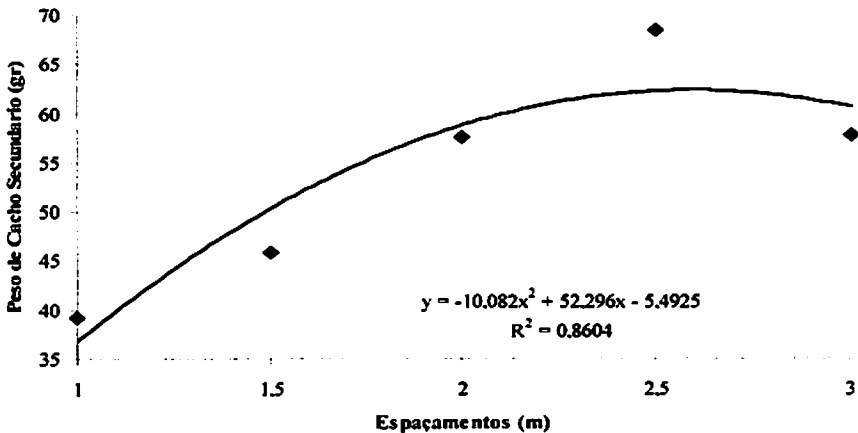
**TABELA 10** Resultados médios de peso de cacho secundário (g), obtidos em diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Espaçamentos (m)	Densidades (plantas. m <sup>-1</sup> )	
	01	02
1,0	33,43 aA	42,58 aA
1,5	47,65 bA	44,00 aA
2,0	54,63 bA	60,43 aA
2,5	73,95 bA	62,73 aA
3,0	60,00 bA	55,63 aA

Na coluna, as médias seguidas da mesma letra maiúscula, e na linha, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Outro fator observado nos resultados diz respeito ao desenvolvimento dos cachos secundários em espaçamentos mais largos. Neste experimento, o peso do cacho secundário foi maior no espaçamento de 2,5 m entre linha de

plântio e menor no espaçamento de 3,0 m. Isto se explica pelo maior desenvolvimento dos cachos Primários e terciários, ou seja, a produtividade é mais uniformemente distribuída e a contribuição do peso dos cachos também apresenta a mesma distribuição.



**FUGURA 6** Resultados médios de peso de cacho secundário (g), obtidos em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

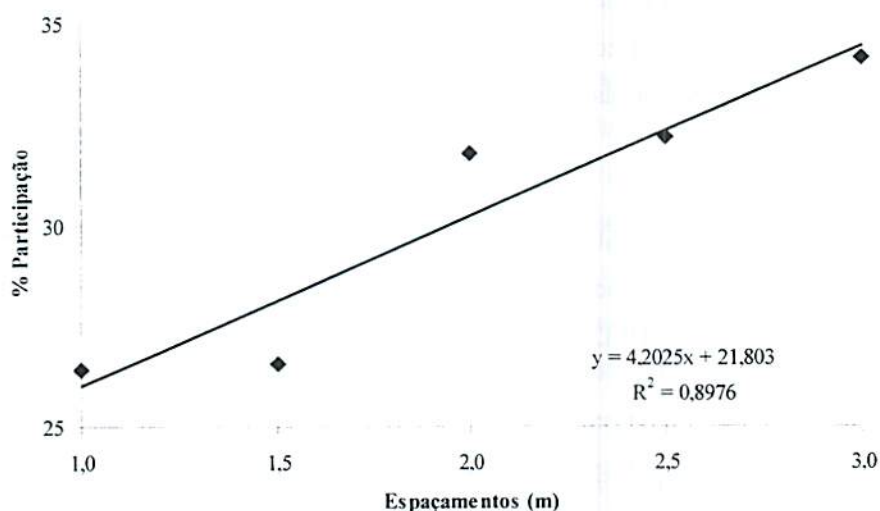
#### 4.9 Porcentagem de participação do cacho secundário

Pelos resultados encontrados com base na análise de variância, nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, verificou-se que a participação do cacho secundário na produção final foi influenciada pela variação do espaçamento. Observa-se pela análise de regressão quadrática, com um coeficiente de determinação  $R^2 = 89,9\%$ , que, no espaçamento de 1,0 m entre linha de plântio, ocorreu uma participação de 26,4% na produtividade final dos cachos secundários, ao passo que, no espaçamento de 3,0 m essa participação foi



para 34,1%, concordando com os resultados dos parâmetros anteriores analisados.

Pode-se, no entanto, notar que a variação da densidade de plantio não apresentou influência na participação dos cachos secundários, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade, como pode ser visto no gráfico da Figura 7.



**FIGURA 7** Porcentagem da participação do cacho secundário, na produtividade final de lavoura de mamona, obtida em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

#### 4.10 Peso dos cachos terciários e quaternários

Ainda com base resultados anteriores, para peso de cachos secundários, a análise de variância dos dados de peso de cachos terciários e quaternários não revelou diferença estatística, a 5% de probabilidade, nas condições em que foi

**TABELA 12** Resultados médios do número de plantas mortas na parcela, ao final da avaliação do experimento, obtidos em diferentes espaçamentos e densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Espaçamentos (m)	Densidades (plantas. m <sup>-1</sup> )	
	01	02
1,0	21,0 bA	19,2 aA
1,5	11,3 aA	9,8 aA
2,0	8,3 aA	10,8 aA
2,5	16,3 bA	15,8 aA
3,0	9,8 aA	14,5 aA

Na coluna, as médias seguidas da mesma letra maiúscula, e na linha, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.13 Túnel de crescimento

Não houve diferença no crescimento horizontal das mamoneiras para os diferentes espaçamentos e densidades de plantio utilizado.

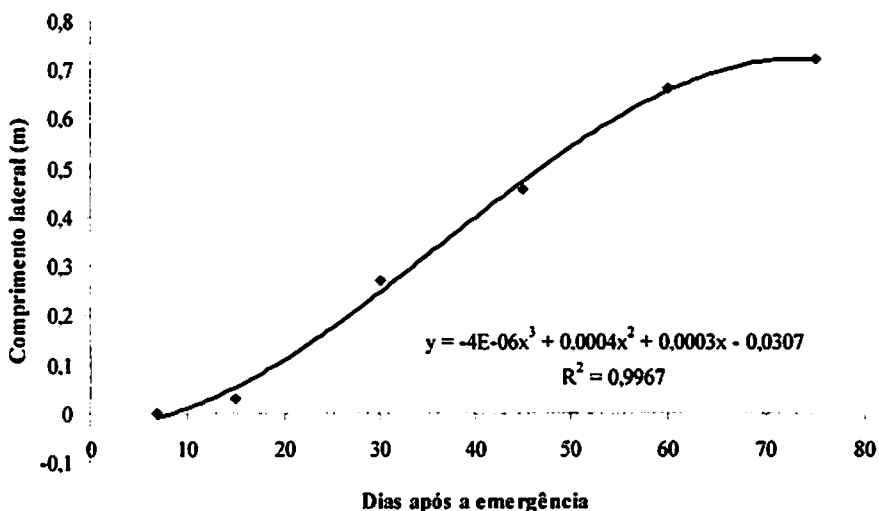
O gráfico da Figura 9 mostra o comprimento lateral ocupado por plantas de mamona, de acordo com o número de dias após a emergência, medidos a partir da linha de plantio, cuja equação apresentou um coeficiente de determinação de 0,9967.

Pode-se notar que o crescimento horizontal da cultura é lento e o fato de apresentar ciclo longo sugere a utilização do espaço vazio inicial com outras culturas de menor ciclo.

Utilizando-se o gráfico da Figura 9 com a equação de regressão correspondente, podem-se determinar vários valores importantes para o planejamento da cultura, como, por exemplo, o espaço disponível nas entrelinhas até determinada idade da cultura de mamona ou o número de dias disponíveis para a condução de uma cultura consorte ocupando determinado espaço de terreno, fixando-se o espaçamento da mamona.

Avaliando-se a consorciação de café recepado, no espaçamento de 3,0 m x 1,0 m com mamona em diferentes arranjos populacionais, Castro Neto al. (2004), encontraram resultados satisfatórios para o perfeito desenvolvimento das brotações nas lavouras de café. Esses autores afirmam ainda que a utilização do cultivo consorciado de mamona na recuperação de áreas de café submetida à recepa paga totalmente os custos de recuperação das lavouras plantas de café e ainda permite um retorno financeiro ao produtor de café.

Estes resultados podem ser comparados com os encontrados neste experimento, no qual se pode observar que, indiferente dos espaçamentos, existe a possibilidade de colocar uma cultura consorte, sendo uma opção viável para incrementar a produção da mamoneira e contribuir significativamente para o retorno financeiro do agricultor. O cálculo para estimar a viabilidade de consórcio pode ser calculado pela fórmula utilizando a equação de terceiro grau obtida com os resultados médios de crescimento lateral, em função dos dias após a emergência, como mostrado no gráfico da Figura 9.



**FIGURA 9** Comprimento lateral de plantas de mamona, em função do número de dias após a emergência, obtido em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

O espaço disponível entre duas linhas de mamona, para ocupação de uma cultura consorte, pode ser obtido por:

$$ED = ESP - 2.CL,$$

Em que:

ED = espaço disponível (m) para a cultura consorte;

ESP = espaçamento entrelinhas (m) da cultura da mamona;

CL = comprimento lateral (m) ocupado pela cultura da mamona.

Exemplificando, para um agricultor que deseje implantar uma cultura consorte com ciclo de 70 dias em uma cultura de mamona implantada com espaçamento entrelinhas de 2,5 m, têm-se:

$$CL = -0,000004 \times 70^3 + 0,0004 \times 70^2 + 0,0003 \times 70 - 0,0307$$

$$CL = 0,5783$$

Sendo o comprimento lateral da cultura da mamona 0,58 m ao final do ciclo da cultura consorte, obtém-se o espaço disponível para a mesma por:

$$ED = 2,5 - 2 \times 0,5783$$

$$ED = 1,34 \text{ m}$$

Ou seja, pode-se implantar uma cultura consorte com ciclo de 70 dias ocupando o espaço lateral de 1,34 m em uma cultura de mamona implantada com espaçamento de 2,5 m.

#### **4.14 Avaliação de doenças foliares da mamoneira**

Os resultados de ataque das doenças foliares (Tabela 13) demonstram que não houve diferença, para todas as doenças avaliadas, entre os diferentes espaçamentos e densidades de plantas na linha. Esse resultado contraria as afirmações de Lima et al. (2001), de que o adensamento de populações de plantas de uma mesma espécie concorre para maior disseminação dos agentes etiológicos das moléstias.


Costa (2004), trabalhando com avaliação de diversas doenças, concluiu que os genótipos de mamoneira com cachos mais compactos são mais susceptíveis ao ataque de mofo cinzento. Esses resultados podem ser comparados aos encontrados neste experimento, no qual os valores médios encontrados permitiram observar que, em espaçamentos menores, ocorreu um menor ataque de fungos causadores da mancha de cercospora, possivelmente devido ao tamanho dos cachos formados que foram menos compactos devido ao estiolamento da planta e do cacho.

Para que haja êxito em programas de melhoramento, visando à resistência durável, é necessário o monitoramento sistemático das populações do patógeno, com o objetivo de compreender a dinâmica de seus aspectos genéticos (quantidade e variação espaço-temporal). Para tal, são necessários marcadores que permitam quantificar a variabilidade genética.

**TABELA 13** Médias de ataque de mancha foliar bacteriana, mancha de cercospora e mancha de alternaria em folhas de mamoneira, obtidas em diferentes espaçamentos de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamento	Mancha foliar bacteriana	Mancha de cercospora	Mancha de alternaria
Plantas/metro			
1	0,82aA	2,46aB	0,81aA
2	0,83aA	2,43aB	0,74aA
Média	0,82	2,45	0,77
Espaçamento entre linhas (m)			
1.0	1,05aA	2,38aB	0,80aA
1.5	0,69aA	2,20aB	0,69aA
2.0	0,89aA	2,54aB	0,88aA
2.5	0,70aA	2,36aB	0,73aA
3.0	0,77aA	2,76aB	0,78aA
Média	0,82	2,45	0,77
Média geral	0,82	2,45	0,77

Na coluna, médias seguidas da mesma letra minúscula e as médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não apresentam diferença significativa, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



A mancha de cercospora foi a que causou maior dano na área foliar, com uma nota média de 2,45 que corresponde ao ataque de 20% de área foliar. A mancha bacteriana e a mancha de alternaria tiveram, estatisticamente, a mesma intensidade de ataque, ou seja, em torno de 10% de área foliar atacada, para cada uma das doenças.

Em relação à mancha de cercospora, que apresentou média de 2,45 de ataque, pôde-se notar que, em espaçamentos menores, esta média tendeu a ser cada vez menor e em espaçamentos maiores, foram maiores. Isto ocorreu porque as folhas ficaram maiores e mais bem desenvolvidas, permitindo assim um maior ataque da doença.

Dados recentes foram encontrados por Ueno (2004), avaliando índice da doença mancha de cercospora em cultivar Cafelista de mamoneira, que apresentou menor índice, sendo a mais resistente a esta doença entre todas as cultivares testadas, enquanto as cultivares IAC Guarani e T1 foram as mais suscetíveis. Os índices de doença encontrados não foram elevados, pois, mesmo nas cultivares mais suscetíveis, o índice de doença ficou um pouco acima de 50% do valor máximo. Conforme foi descrito por Lima et al. (2001), esta doença não tem importância econômica para a cultura da mamona.

## 5 CONCLUSÕES

Em espaçamentos maiores ocorreu um maior crescimento dos cachos primários de mamona.

Espaçamentos de 3,0 m indiferentes das variações de densidades utilizadas no trabalho, propiciam maior expressão sexual masculina no cacho de mamona.

A porcentagem de participação dos cachos primários é maior nos espaçamentos de 1,0 m, com queda representativa para os espaçamentos de 3,0 m devido ao desenvolvimento dos cachos de ordem maior. A média de participação do cacho primário no peso total de mamona é de 35,3%.

O peso do cacho primário aumenta à medida que aumenta o espaçamento, na densidade de uma planta por metro linear. Em densidades de 2 plantas.  $m^{-1}$ , o peso do cacho não difere estatisticamente.

Espaçamentos de 3,0 m proporcionam maiores comprimento de cachos secundários, proporcionando valores de 38,4 cm nos espaçamentos de 1,0 m entre linha de plantio e 49,6 cm nos espaçamentos de 3,0 m. A expressão sexual masculina do cacho secundário sofreu influência na variação da densidade, mas, a expressão sexual feminina do cacho secundário é influenciada pela variação do espaçamento, tendo sido observados cachos com 19 cm no espaçamento de 1,0 m e 29 cm nos espaçamentos de 3,0 m entre linha de plantio.

O peso e a participação do cacho secundário são influenciados pela variação de espaçamentos, mas, não é diretamente proporcional, pois na medida em que aumentam-se os espaçamentos, dá-se chance para um maior desenvolvimento para os cachos primários e terciários.

As variáveis analisadas para os cachos terciários e quaternários não apresentaram diferença estatística significativa, nas condições em que foi desenvolvida a pesquisa.



A produção total de frutos de mamona por área que mais mostrou-se viável ocorreu na faixa dos espaçamentos de 1,0m entre linha de plantio. Esse fato deve ser observado e estudado, pois os espaçamentos menores apresentam dificuldades com os tratamentos culturais.

O fator número de plantas mortas na área experimental mostrou resultados bastante variáveis devido aos espaçamentos de plantio e o próprio solo onde foi instalado o experimento. Mas permitiu concluir que espaçamentos de 1,0 m tornam as plantas mais estioladas e com ciclo mais rápido, aumentando a sua mortalidade.

O espaçamento não teve influência sobre o crescimento lateral da mamoneira.

A equação do crescimento horizontal é uma ferramenta adequada e simples para o planejamento de cultivo intercalar na cultura da mamona.

A quantidade de área foliar atacada não foi afetada pelo espaçamento e pela densidade de plantas. A mancha de cercospora causou maiores danos do que as manchas de alternaria e bacteriana.

## 6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Diante dos resultados apresentados no presente trabalho, julga-se conveniente emitir algumas considerações.

O espaçamento não teve influência sobre o crescimento lateral da mamoneira. Sendo a equação do crescimento horizontal uma ferramenta adequada e simples para o planejamento de cultivo intercalar na cultura da mamona. A quantidade de área foliar atacada pelas doenças não foi afetada pelo espaçamento e pela densidade de plantas, tendo a mancha de cercospora causado maiores danos do que as manchas de alternaria e bacteriana. Em espaçamentos maiores, ocorreu um maior crescimento dos cachos primários de mamona.

Tratamentos de espaçamentos de 3,0 m, indiferentes das variações de densidades utilizadas no trabalho, propiciam maior crescimento da parte masculina do cacho de mamona.

O peso do cacho primário aumenta à medida que aumenta o espaçamento, na densidade de uma planta por metro linear. Em densidades maiores, o peso do cacho não difere estatisticamente, mostrando que o comprimento do cacho primário também compromete a produção relativa da mamoneira, uma vez que espaçamentos de 1,0 m têm influencia negativa no tamanho dos cachos primários.

Espaçamentos de 3,0 m proporcionam maiores comprimento de cachos secundários, proporcionando valores de 38,4 cm nos espaçamentos de 1,0 m entre linha de plantio e 49,6 cm nos espaçamentos de 3,0 m. O comprimento da parte masculina do cacho secundário sofreu influencia na variação da densidade. O comprimento da parte feminina do cacho secundário é influenciado pela variação do espaçamento, tendo sido observados cachos com 19 cm no espaçamento de 1,0 m e 29 cm nos espaçamentos de 3,0 m entre linha de plantio.

O peso e a participação do cacho secundário são influenciados pela variação de espaçamentos, mas não é diretamente proporcional, pois, à medida que aumentam-se os espaçamentos, dá-se chance para um maior desenvolvimento dos cachos primários e terciários.

As variáveis analisadas para os cachos terciários e quaternários não apresentaram diferença estatística significativa, nas condições em que foi desenvolvida a pesquisa. O fator número de plantas mortas na área experimental mostrou resultados bastante variáveis devido aos espaçamentos de plantio e ao próprio solo onde foi instalado o experimento. Mas permitiu concluir que espaçamentos menores tornam as plantas mais estioladas e com ciclo mais rápido, não sendo possível aplicarem a prática da poda em espaçamentos menores, pois as plantas morrem.

A porcentagem de participação dos cachos primários é maior nos espaçamentos menores, com queda representativa para os espaçamentos maiores devido ao desenvolvimento dos cachos de ordem maior. A média de participação do cacho primário no peso total de mamona é de 35,3%.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. M.; ALMEIDA NETO, J. A. de; PIRES, M. M.; ROCHA, P. K.; A produção de mamona no Brasil e o Probiodiesel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande, PB. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 23-24.

AMARAL, J. G. C do. Variabilidade genética para características agronômicas entre progênes autofecundadas de mamona (*Ricinus communis* L.) cv. AL Guarany 2002. 2003. 59 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 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. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 63-76.

BANDEIRA, P. A.; CARTAXO, W. V.; SEVERINO, L. S. Resíduo industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande – PB. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 37

BANZATTO, N. V.; ROCHA, J. L. V. Florescimento e maturação das cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. **Fibras e Óleo**, n. 31, p. 7, 1965.

BARROS JUNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; LACERDA, R. D. de; CAVALCANTI, M. L. F.; BARROS, A. D. de.; Efeito do estresse hídrico sobre a emissão de inflorescências em duas cultivares de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande – PB. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 170

BELTRÃO, N. E. M., SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**, Campina Grande, PB: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. P. 36-61.

BELTRÃO, N. E. M. LIMA, E. F.; ARAÚJO, A.; BATISTA, F. A. S.; Segmentos do agronegócio da mamona. I. diagnóstico da ricinocultura da região de Irecê, Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 63-64

BISWAS, A. K.; BISWAS, M. R. Energy and food production. **Agrosystems**, México, v. 2, p. 195-210, 1976.

BRINGHAM, R. D.; SPEARS, B. R. **Castor bean in Texas**. Texas: Agricultural Experimental Station, 1980. 11 p. (Bulletin, 954) Charcoal rot of Castor bean in the United States.

BORGES, L. C. **Poder e taxas de erro tipo I dos testes Scott-Knott, Tukey e Student-Newman-Keuls sob distribuições normal e não normais dos resíduos**. 2002. 92 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CASTRO NETO, P.; FRAGA, A. C.; MONTEIRO, J. V.; SCHMIDT, P. A.; FERREIRA, J. B.; CASTRO, H. P. de; AVELAR, R. C.; Cultivo da mamona em consórcio com café recepado em diferentes arranjos populacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

COELHO, I. **Avaliação das exportações tradicionais baianas: caso de sisal e mamona**. 1979. 174 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.

COOK, A. A. **Diseases of tropical end subtropical field, fiber and oil plants**. New York: Macmillan, 1981. 450 p.

COSTA, R. S.; SUASSUNA, T. M. F.; MILANI, M.; COSTA, M. N. da.; SUASSUNA, N. D.; Avaliação da resistência de genótipos de mamoneira ao mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 123

DRUMMOND, O. A.; COELHO, S. J. Doenças da mamoneira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 38-43, 1981.

D'YAKOV, A. B. Properties of photosynthesis. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 65-67.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de solo (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de classificação de solo**. Brasília: Embrapa Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FITZGERALD, P. J. Plant germplasm: an essential resource in our future. In: **Scientific management of germplasma: characterization, evolution and enhancement**. Italy: IBPGR, 1989. p. 3-6.

FORNAZIERE JÚNIOR, A. Pragas e doenças: um problema pouco grave. In: FORNAZIERE JÚNIOR, A. **Mamona: uma rica fonte de óleo e de divisas**. São Paulo: Ícone, 1986. p. 35-36.

FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 295-335.

FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P.; Melhoramento genético. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 229-256.

FUNDAÇÃO DALMO GIACOMETTI. **Estudo para criação e implantação do Programa Nacional de óleos vegetais combustíveis – PROÓLEO**. Brasília, DF: Fundação Dalmo Giacometti, 2003. 140 p.

GAGLIARDI, B.; MYCZKOWSKI, M. L.; AMARAL, J. G. C. do.; ZANOTTO, M. D.; JESUS, C. R. de.; Avaliação de progênies selecionadas da cultivar de mamona (*Ricinus communis* L. ) Guarani nas condições dos municípios de Ibitinga (SP) e São Manuel (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

GODFREY, G. H. Gray mold of castor bean. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v. 13, p. 679-715, 1923.

GONÇALVES, R. D. O Mofo cinzento da mamoneira. **O Biológico**, São Paulo, v. 11, p. 232-235, 1936.

HEICHEL, G. H. **Comparative efficiency of energy use in crop production.** New Haven: Connecticut Agricultural Experimental Station, 1974. 26 p. (Connecticut Bull, 739).

HOLANDA A. **Biodiesel e a Inclusão Social.** Brasília, DF: Câmara dos Deputados. Coordenação de Publicações, 2004. 200 p. (Série Cadernos de Altos Estudos, 1).

HOLCOMB, G. E.; JONES, J. P.; WELLS D. W., Blight of prostrate spurge and cultivated poinsettia caused by *Amphobotrys ricini*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 73, p. 74-75, 1989.

JESUS, C. R.; ZANOTTO, M. D.; AMARAL, J. G. C. do.; SÁ, R. O. de.; Avaliação de linhagens a cultivar AL Guarani 2002 (*Ricinus communis* L.) para cultivo safra no município de São Manuel São Paulo In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 63

KIMATI, H. Doenças da mamoneira. In: GALLI, F. **Manual de fitopatologia.** 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v. 2, p. 347-351.

KNOTHE, G. Perspectivas históricas de los combustibles diesel basados em aceites vegetales. **Revista A & G**, v. 47, T. 12, n. 2, 2001.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Paulo, SP: RiMa, 2000. 531 p.

LAGO, A. A.; ZINKE, E.; RAZERA, L. F.; BANZATTO, N. V.; SAVY FILHO, A. Dormência em sementes de três cultivares de mamona. **Bragantia**, Campinas, v. 38, p. 41-44, 1979. (nota 9).

LIMA, E. F.; ARAUJO, A. E.; BATISTA, F. A. S. Doenças e seu controle. In: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E. F. (Ed.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil.** Campina Grande, PB: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 190-212.

LIMA, E. F.; SOARES J. J. Resistência de cultivares de mamoneira ao mofo cinzento causado por *Botrytis ricini*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 96-97, 1990.

RANGEL, L. P.; PERES, S.; CASTELLETTI, C. E. M.; ALMEIDA, C. H. T. de.; Estudo da viabilidade técnica para geração de energia elétrica a partir de resíduos da mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1. 2004, Campina Grande – PB. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 36

RIBEIRO FILHO, J. **Cultura da mamoneira**. Viçosa, MG: UFV, 1966. 75 p.

ROCHA, R. C. **Comportamento de plântulas de mamona (*Ricinus communis*), em função do tamanho da semente, profundidade de plantio, classe textural do solo e pré-embebição**. 1986. 55 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

RODRIGUES FILHO, A. **A cultura da mamona**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2000. 20 p. (Boletim Técnico).

SACHLI, I. K. Variability, inheritance and correlation of characteristics. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 103-116.

SANTOS, R. F. dos; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMIN, P. de T.; REQUIÃO, L. E. G. Análise econômica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA E. F. dos. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 17-35

SAVY FILHO, A. **Mamona**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. 204 p.

SAVY FILHO, A.; PAULO, E. M.; MARTINS, A. L. M.; GERIN, M. A. N. **Variedades de mamona do Instituto Agrônômico**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 12 p. (Boletim Técnico, 183).

SHEPETINA, F. A.; SEVAST'YANOVA, L. B. Seed technology. In: MOSCKIM, V. A. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 175-178.

SICHIMANN, W.; SAVY FILHO, A.; BAZATTO, N. V. **Produção de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.)**. São Paulo: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1978. 19 p. (CATI. Boletim Técnico, 131).

SILVA, W. J. da. Aptidão climáticas para as culturas do girassol, mamona e amendoim. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 24-33, 1981.

STOSKOPF, N. C. **Understanding crop production**. Reston, Virginia, USA: Reston Publishing Company, 1981. 433 p.



STREET, H. E.; OPIK, H. **Fisiologia das angiospermas: crescimento e desenvolvimento.** São Paulo: Editora Polígono 1974. 332 p.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **Lipídeos: aspectos funcionais e novas tendências.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2002. 78 p.

UENO, B.; ZARELA, G. C. N. Z.; ANJOS E SILVA, S. D.; GOMES, A. C.; Resistência à mancha-de-cercóspora, mofo cinzento e nematóides fitoparasitas de seis cultivares de mamoneira cultivadas na região de Pelotas, RS, safra 2003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 158

VIEIRA, R. M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. Diagnóstico e perspectivas da mamoneira no Brasil. In: REUNIÃO TEMÁTICA MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS NO BRASIL: diagnóstico, perspectivas e prioridade de pesquisa, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 1997. p. 139-150.

WEISS, E. A. Castor. In: WEISS, E. A. **Oilseed crops.** London: Logma, 1983.

WHETZEL, H. H. A synopsis of the genera and Species of the Sclerotinaceae, a family of strontatic inoperculate Discomycetes. **Mycologia**, Bronx, v. 37, n. 6, p. 648-714, 1945.

WHITNEY, N. G.; TABER, R. A. 1st Report of *Amphobotrys ricini* infecting *Caperonia palustris* in the United-States. **Plant Disease**, St. Paul, v 70, n. 9, p. 892, Sept. 1986

## 8 ANEXOS

### ANEXOS A

- QUADRO 1A Resumo da análise de variância para os dados de comprimento de cacho primário (CCP), expressão sexual masculina do cacho primário (ESMCP) e porcentagem de participação do cacho primário na produtividade final (PCPPF), obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio ( $\text{plantas.m}^{-1}$ ). UFLA, Lavras, MG, 2005..... 85
- QUADRO 2A Resumo da análise de variância para os dados de numero de cachos primários (NCP), expressão sexual feminina do cacho primário (ESFCP) e peso do cacho primário (PCP), obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio ( $\text{plantas.m}^{-1}$ ). UFLA, Lavras, MG, 2005..... 86
- QUADRO 3A Resumo da análise de variância para os dados de comprimento de cacho secundário (CCS), expressão sexual masculina do cacho secundário (ESMCS), expressão sexual feminina do cacho secundário (ESFCS), peso do cacho secundário (PCS), porcentagem de participação do cacho secundário na produtividade final (PCSPF) e número de cachos (NC), obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio ( $\text{plantas.m}^{-1}$ ). UFLA, Lavras, MG, 2005..... 87

**QUADRO 4A** Resumo da análise de variância para os dados de comprimento de cachos terciários e quaternários (CCTQ), comprimento da parte feminina do cacho terciário e quaternário (CPFCTQ), número de cachos terciários e quaternários (NCTQ) e porcentagem de participação dos cachos terciários e quaternários na produtividade final (%PCTQ). Obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio ( $\text{plantas.m}^{-1}$ ). UFLA, Lavras, MG, 2005.....

88

**QUADRO 5A** Resumo da análise de variância para os dados de peso de cacho primário (PCP), peso de cacho secundário (PCS), peso de cacho terciário e quaternário (PCTQ). Obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio ( $\text{plantas.m}^{-1}$ ). UFLA, Lavras, MG, 2005.....

89

## **ANEXOS B**

<b>FIGURA 1B</b>	<b>Fotos da área experimental mostrando os diferentes arranjos populacionais durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 2B</b>	<b>Fotos da área experimental mostrando os diferentes arranjos populacionais durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 3B</b>	<b>Fotos da área experimental mostrando a adubação de cobertura realizada durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 4B</b>	<b>Fotos da área experimental mostrando a adubação de cobertura realizada nos diferentes arranjos populacionais, durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 5B</b>	<b>Formação do túnel de crescimento da mamoneira nos diferentes arranjos populacionais, durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 6B</b>	<b>Inflorescência e formação do cacho de mamoneira, presença de flores masculinas (amarelas) e femininas (vermelhas). UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 7B</b>	<b>Expressão sexual masculina presente da inflorescência do cacho de mamoneira. UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 8B</b>	<b>Expressão sexual feminina da inflorescência do cacho de mamoneira. UFLA, Lavras, MG, 2005.....</b>	<b>84</b>

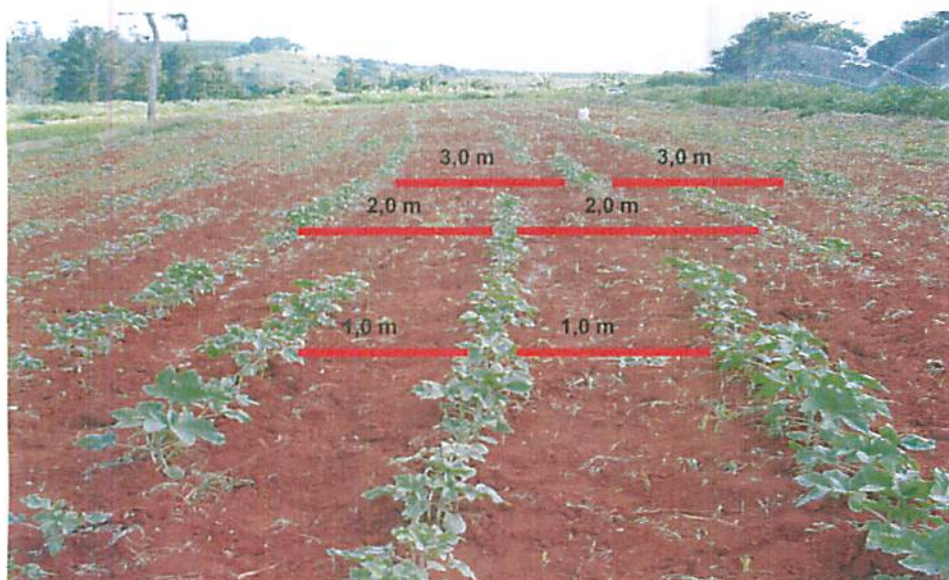


FIGURA 1B Fotos da área experimental, mostrando os diferentes espaçamentos entre linhas de plantio (traços vermelhas) durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.

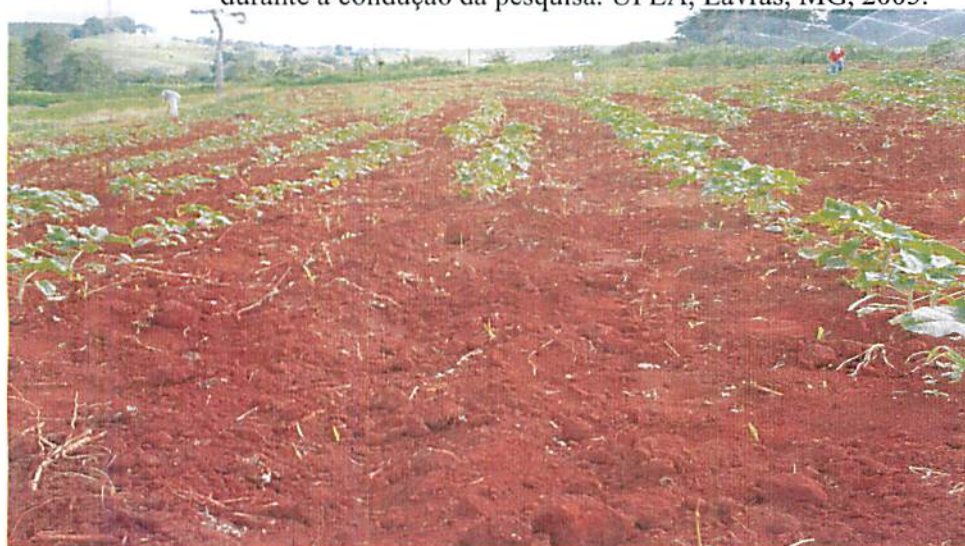


FIGURA 2B Fotos da área experimental, mostrando os diferentes arranjos populacionais durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.



FIGURA 3B Fotos da área experimental, mostrando a adubação de cobertura realizada durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.



FIGURA 4B Fotos da área experimental, mostrando a adubação de cobertura realizada nos diferentes arranjos populacionais, durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.



FIGURA 5B Formação do túnel de crescimento da mamoneira nos diferentes arranjos populacionais, durante a condução da pesquisa. UFLA, Lavras, MG, 2005.



FIGURA 6B Inflorescência e formação do cacho de mamoneira, presença de flores masculinas (amarelas) e femininas (vermelhas). UFLA, Lavras, MG, 2005.



FIGURA 7B Expressão sexual masculina presente na inflorescência do cacho de mamoneira. UFLA, Lavras, MG, 2005.



FIGURA 8B Expressão sexual feminina presente na inflorescência do cacho de mamoneira. UFLA, Lavras, MG, 2005.



QUADRO 1A Resumo da análise de variância para os dados de comprimento de cacho primário (CCP), expressão sexual masculina do cacho primário (ESMCP) e porcentagem de participação do cacho primário na produtividade final (PCPPF), obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio (plantas.m<sup>-1</sup>). UFLA, Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		CCP	ESMCP	PCPPF
Blocos	3	75,00	7,44	19,02
Espaçamento (E)	4	110,60*	33,16*	175,41*
Densidade (D)	1	12,58	4,46	111,37
E x D	4	27,72	9,26	2,33
Erro	29	30,34	9,25	56,17
C.V.	---	10,44	16,16	21,25
Média	---	52,75	18,82	35,27

\* Significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

**QUADRO 2A** Resumo da análise de variância para os dados de numero de cachos primário (NCP), Expressão sexual feminina do cacho primário(ESFCP) e peso do cacho primário (PCP), obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio (plantas. m<sup>-1</sup>). UFLA, Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		NCP	ESFCP	PCP
Blocos	3	26,47	102,39	315,81
Espaçamento (E)	4	24,46	24,07	477,00
Densidade (D)	1	9,24	32,01	110,25
E x D	4	20,05	37,34	687,82
Erro	29	11,07	23,31	189,05
C.V.	---	13,00	14,23	14,24
Média	---	25,60	33,93	96,59

\* Significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 3A Resumo da análise de variância para os dados de comprimento de cacho secundário (CCS), Expressão sexual masculina do cacho secundário (ESMCS), Expressão sexual feminina do cacho secundário (ESFCS), peso do cacho secundário (PCS), porcentagem de participação do cacho secundário na produtividade final (PCSPF) e número de cachos (NC), obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio (plantas.m<sup>-1</sup>). UFLA, Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		CCS	ESMCS	ESFCS	PCS	PCSPF	NC
Blocos	3	53,50	102,70	28,63	0,29	8,47	342,97
Espaçamento (E)	4	153,42**	10,60	143,84**	3,05**	98,38**	122,79
Densidade (D)	1	12,98	32,31*	4,33	0,92	39,93	193,64
E x D	4	0,18	3,11	8,52	0,04	6,39	15,43
Erro	29	21,39	7,09	23,33	0,38	20,10	115,12
C.V.	---	10,33	13,25	19,57	27,73	14,84	25,58
Média	---	44,78	20,10	24,68	2,23	30,21	41,95

\* Significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

**QUADRO 4A** Resumo da análise de variância para os dados de comprimento de cacho terciário e quaternário (CCTQ), comprimento da parte feminina do cacho terciário e quaternário (CPFCTQ), número de cacho terciário e quaternário (NCTQ) e porcentagem de participação do cacho terciário e quaternário na produção final (%PCTQ), obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio (plantas.m<sup>-1</sup>). UFLA, Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Quadrados médios			
		CCTQ	CPFCTQ	NCTQ	%PCTQ
Blocos	3	27,40	1,46	70,63	11,19
Espaçamento (E)	4	15,67	2,86	1319,71	98,25
Densidade (D)	1	0,14	0,30	825,17	17,91
E x D	4	16,99	0,62	435,79	14,63
Erro	29	11,63	5,81	690,52	62,52
C.V.	---	9,12	17,30	33,59	22,91
Média	---	37,41	13,93	78,23	34,52

\* Significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 5A Resumo da análise de variância para os dados de peso de cacho primário (PCP), peso de cacho secundário (PCS), peso de cacho terciário e quaternário (PCTQ), obtidos em função dos diferentes espaçamentos (m) e densidades de plantio (plantas.m<sup>-1</sup>). UFLA, Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		PCP	PCS	PCTQ
Blocos	3	315,81	248,97	30,73
Espaçamento (E)	4	477,00	1039,63**	144,54
Densidade (D)	1	110,25	59,34	14,55
E x D	4	687,82	120,43	58,44
Erro	29	189,05	209,38	84,98
C.V.	---	14,24	26,93	28,02
Média	---	96,59	53,73	32,90

\* Significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.