



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
NATURAIS
DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS**



JOSELY DANTAS FERNANDES

**ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DA ADUBAÇÃO MINERAL E
ORGÂNICA SOB O CULTIVO DA MAMONA E DO PINHÃO MANSO**

**Campina Grande – PB
Setembro - 2010**

JOSELY DANTAS FERNANDES

**ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DA ADUBAÇÃO MINERAL E
ORGÂNICA SOB O CULTIVO DA MAMONA E DO PINHÃO MANSO**

Apresentação da tese de Doutorado
em cumprimento às exigências do
Programa de Pós-graduação em
Recursos Naturais para obtenção do
grau de Doutor em Recursos Naturais

Orientadora: Prof^a. Dr. Lucia Helena Garófalo Chaves

**Campina Grande – PB
Setembro – 2010**

F363a Fernandes, Josely Dantas.
Análise técnica e econômica da adubação mineral e orgânica sob o cultivo da mamona e do pinhão manso / Josely Dantas Fernandes. – Campina Grande, 2010.
195 f.: il. color.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2010.
"Orientação: Prof.^a Dr.^a Lucia Helena Garófalo Chaves".
Referências.

1. Nutrição de Plantas. 2. *Ricinus communis* L. 4. *Jatropha curcas* L. 5. Adubação mineral. 6. Adubação orgânica. I. Chaves, Lucia Helena Garófalo. II. Título.

CDU 631.811:633.85(043)

JOSELY DANTAS FERNANDES

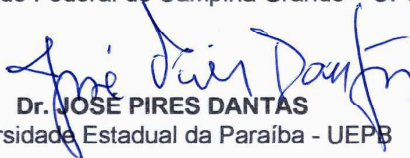
**ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DA ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA SOB O
CULTIVO DA MAMONA E DO PINHÃO-MANSO**

APROVADA EM: 30/09/2010

BANCA EXAMINADORA



Dra. LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. JOSÉ PIRES DANTAS
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB



Dr. ALBERTO SOARES DE MELO
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB



Dr. CLODOALDO ROQUE DALLAJUSTINA BORTOLUZI
Centro de Humanidades- CH
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais- CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por reconhecer que Ele nunca desistiu de mim, mesmo nas horas em que Lhe fui infiel.

A Ti, Senhor da Glória, a minha eterna expressão de amor.

A minha esposa Edilma e minha filha Ana Luiza, pelo apoio e compreensão.

Aos meus pais José Dantas Fernandes e Gírlene Dantas Fernandes, por me terem trazido ao mundo e sempre cuidado de mim.

As minhas queridas irmãs Maria Janair, Ane Josana e Ana Josane.

Aos Professores Doutores Lucia Helena Garófalo Chaves e José Pires Dantas, pela competência profissional e presteza na orientação deste trabalho.

Aos Professores Doutores membros da Banca Examinadora que, deixando seus afazeres diários, aceitaram o nosso convite para participar do evento.

Ao Banco do Nordeste pelo financiamento da pesquisa e ao Laboratório de Combustíveis e Materiais (LACOM), representado pelo Professor Dr. Antônio Gouveia de Souza pela realização das análises dos óleos.

*Aos Senhores **Ciro e Juraci Maximiliano**, por cederem a área para a realização do experimento.*

*Aos amigos **José Rodrigues, Antonio Fernandes, Zailtom, Jerfeson, Alessandro, Hugo, Aléxis, Josemar, Mário Sergio** e Professores do CCAA/UEPB, pela “força”.*

Finalmente, às demais pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram a obter esta grande vitória.

MEU MUITO OBRIGADO!

Percorre-se entre a sementeira e a colheita
E germina-se um mundo de possibilidades
Aduado em condição perfeita
Num solo de adversidades.

Lança pois, tua semente
No campo fértil das produções
Há de se criar raízes tão somente
Para se colher o fruto das intenções.

Mônica Quinderé.

RESUMO

O óleo extraído das sementes da mamona (*Ricinus communis* L.) e do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) possui inúmeras aplicações industriais. Contudo, na atualidade tem-se dado ênfase ao seu emprego na produção de biodiesel, que reveste estas oleaginosas de grande importância econômica e ambiental. Desse modo, foram conduzidos dois experimentos durante os anos de 2007, 2008 e 2009, com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes fontes de adubos sobre o crescimento vegetativo, produtividade e qualidade do óleo da mamona (*Ricinus communis* L.) e do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) em condições de sequeiro, na propriedade rural Jacaré localizada no município de Remígio-PB. Os experimentos foram conduzidos em delineamento em blocos casualizados com três repetições e cinco tratamentos (fontes de adubação), foram eles: testemunha absoluta (F1), composto de lixo unicamente (F2), composto de lixo enriquecido com pós de rocha (F3), adubação mineral (F4) e esterco de curral curtido (F5). Verificou-se, no primeiro experimento (mamona), que nos dois ciclos de produção, as plantas adubadas com as fontes orgânicas apresentaram as maiores médias de crescimento e de produção. No segundo ciclo, as mamoneiras podadas apresentaram baixo índice de sobrevivência e diminuição da produtividade. No segundo experimento (pinhão manso), não houve influência significativa das fontes de adubação sobre as variáveis de crescimento em quase todos os períodos de avaliação. Entretanto, com a utilização das fontes orgânicas as plantas emitiram o maior número de inflorescências e promoveram as maiores produtividades. Nos dois experimentos, os maiores rendimentos de óleo foram obtidos adubando-se as plantas com a fonte F2. Porém, independente da fonte de adubação utilizada, o teor de óleo contido nos grãos de mamona superou o do pinhão manso. Nas condições em que o experimento foi conduzido, independente da fonte de adubação utilizada e do ano de cultivo, a exploração da mamoneira do pinhão manso mostrou-se economicamente inviável.

Palavras-chave: Nutrição de plantas, *Ricinus communis* L., *Jatropha curcas* L.

ABSTRACT

The oil extracted from seeds of the castor bean (*Ricinus communis* L.) and Jatropha (*Jatropha curcas* L.) has many industrial applications. However, today has given emphasis to its use in biodiesel production that covers these oilseed of great economic importance and environmental. Thus, two experiments were conducted during the years 2007, 2008 and 2009 with the aim of evaluating the effects of different sources of fertilizers on vegetative growth, yield and quality of the castor beans (*Ricinus communis* L.) and physic nut (*Jatropha curcas* L.) in the field and upland in Jacaré farm in the municipality of Remigio-PB. The experiments were conducted in a randomized block design with three replications and five treatments (nutrient sources), they were: absolute control (F1), compost alone (F2), compost enriched with post rock (F3) manuring (F4) and bovine manure (F5). It was found in the first experiment (*Ricinus communis*), which in both production cycles, the plants fertilized with organic sources had the highest average growth and production. In the second cycle, the castor pruned showed low survival rate and decreased productivity. In the second experiment (*Jatropha curcas*), no significant influence of the sources of fertilizer on the growth variables in almost all periods. However, with the use of renewable organic plants have issued the highest number of inflorescences and promoted the highest yield. In both experiments, the highest oil yields were obtained to composting plants with the source F2. But regardless of the source of fertilizer used, the oil content in castor seeds of jatropha surpassed. Under conditions in which the experiment was conducted, regardless of source of fertilizer used and the year of cultivation, exploitation of the *Jatropha curcas* castor proved to be economically unfeasible.

Keywords: Plant nutrition, *Ricinus communis* L., *Jatropha curcas* L..

LISTA DE FIGURAS

	Pg
Figura 1. Estrutura química do ácido ricinoleico.....	49
Figura 2. Viscosímetro utilizado para determinação da viscosidade segundo norma da ASTM D445.....	52
Figura 3. Atlas do biodiesel – potencialidade brasileira para produção e consumo de combustíveis vegetais.....	57
Figura 4. Nova área geográfica de abrangência do semi-árido brasileiro.....	60
Figura 5. Localização do município de Remígio/PB.....	64
Figura 6. Médias mensais da precipitação pluvial e temperatura, registrada durante a condução dos experimentos no município de Remígio no período de maio de 2007 a novembro de 2009 segundo dados da AESA....	65
Figura 7. Perfil do Solo NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico presente na área experimental.....	66
Figura 8. Adubação de fundação com adubo mineral (A) e orgânico (B) durante a instalação do experimento.....	69
Figura 9. Células de compostagem (A) e composto orgânico (B) utilizado no experimento.	70
Figura 10. Secagem dos racemos de mamona e pinhão manso.....	71
Figura 11. Comprimento efetivo do racemo da mamoneira “BRS 149 Nordestina”.....	74
Figura 12. Esquema ilustrativo do racemo primário, secundário, terciário e quaternário da mamoneira.....	75
Figura 13. Prensa manual utilizada na extração do óleo das sementes de mamona e pinhão manso (A); óleo de mamona extraído (B).....	78
Figura 14. Viscosímetro (Julabo 16V).....	81
Figura 15. Evolução da altura da planta da mamoneira, diâmetro caulinar e número de folhas nas diferentes fontes de adubação no primeiro (A) e segundo ano de cultivo (B).....	96
Figura 16. Mamoneira com os primeiros sintomas da podridão de botryodiplodia aos 180 dias após o plantio (A), morte de algumas plantas aos 300 DAG (B) e mamoneira após a poda aos 390 DAG (C).....	98

Figura 17. Produtividade média de grãos da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina” no primeiro e segundo ciclo de produção, assim como o acumulado dos dois anos.....	115
Figura 18. Ciclo evolutivo da mamoneira no primeiro ciclo de produção. Início do florescimento do racemo primário (IFRP), Início do florescimento do racemo secundário (IFRS), Início do florescimento do racemo terciário (IFRT), Início do florescimento do racemo quaternário (IFRQ), maturação do racemo primário (MRP), maturação do racemo secundário (MRS), maturação do racemo terciário (MRT) e (MRQ) maturação do racemo quaternário.....	117
Figura 19. Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total da mamoneira da cultivar BRS 149 Nordestina.....	122
Figura 20. Pinhão manso em repouso vegetativo aos 420 DAP (A) e aos 840 DAP (B).....	132
Figura 21. Evolução da altura da planta do pinhão manso, diâmetro caulinar e número de folhas nas diferentes fontes de adubação no primeiro (A) e segundo ano de cultivo (B).....	133
Figura 22. Fenograma do pinhão manso adubado com diferentes fontes de adubação. Testemunha (F1), composto orgânico I (F2), composto orgânico II (F3), adubação mineral (F4) e esterco de curral (F5).....	137
Figura 23. Pinhão manso no segundo ano de cultivo.....	150
Figura 24. A esquerda, sementes de mamona e, a direita, sementes de pinhão manso (A e B);.....	154

LISTA DE TABELAS

	Pg
Tabela 1. Produção, importação e exportação de mamona em baga do Brasil (t), no período 1978/2004 nos principais países, quinquênios 1978/82, 1983/87, 1988/92, 1993/97 e 1998/2002 e nos anos 2002/2003, 2003/2004, 2005/2006 e 2007/2008.....	32
Tabela 2. Área plantada, área colhida, produção e rendimento médio de mamona em baga no Brasil.....	33
Tabela 3. Área colhida e produção de mamona (baga) entre as safras de 2007 e 2008 para as grandes regiões.....	34
Tabela 4. Parâmetros importantes do óleo de <i>Jatropha</i> cru e transesterificado	49
Tabela 5. Parâmetros Físico-químicos do óleo de mamona.....	50
Tabela 6. Especificações internacionais do óleo de mamona.....	50
Tabela 7. Valores de ácidos graxos (%) das principais oleaginosas.....	55
Tabela 8. Características de algumas culturas oleaginosas com potencial de uso energético.....	58
Tabela 9. Produção, importação, exportação e consumo de óleo diesel no Brasil.....	58
Tabela 10. Características físico-químicas do solo da área experimental.....	67
Tabela 11. Fontes de adubação utilizadas no experimento.....	68
Tabela 12. Características químicas dos compostos orgânicos e do esterco bovino utilizados no experimento.....	70
Tabela 13. Resumo das análises de variância para a variável altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas em função das diferentes fontes de adubação, correspondente ao primeiro ciclo de produção.....	88
Tabela 14. Resumo das análises de variância para a variável altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas em função das diferentes fontes de adubação, correspondente ao segundo ciclo de produção.....	89
Tabela 15. Médias da variável altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de folhas (NF) para o período de 0 a 510 dias após a germinação (DAG) em função das fontes de adubação (F).	91

Tabela 16. Evolução da altura da mamoneira (cm), diâmetro caulinar (cm) e número de folhas nas diferentes fontes de adubação nos dois ciclos produtivos.....	97
Tabela 17. Resultado da análise química do solo em função das fontes de adubação no final do segundo ciclo de produção.....	99
Tabela 18. Resumo das análises das variâncias para os dados (por planta) de número médio de racemos, massa do racemo e produção de grãos.....	101
Tabela 19. Médias (por planta) do número médio de racemos (NRP), massa do racemo (g) e produção de grãos em gramas, nos diferentes tratamentos.....	102
Tabela 20. Resumo das análises das variâncias para os dados (por racemo) de comprimento médio do racemo, número de frutos, massa do racemo e massa dos grãos.....	104
Tabela 21. Médias (por racemo) do comprimento médio do racemo (cm), número de frutos, massa do racemo (g) e massa dos grãos em gramas, nos diferentes tratamentos (g).....	105
Tabela 22. Coeficientes de correlação linear de Pearson entre algumas características agronômicas da mamoneira em função das fontes de adubação nos dois primeiros anos de cultivo.....	107
Tabela 23. Resumo das análises das variâncias para os dados da altura da inserção da primeira inflorescência, diâmetro do caule, início da floração e número médio de internódios até a primeira inflorescência.....	109
Tabela 24. Valores médios da altura da inserção da primeira inflorescência (cm) e diâmetro caulinar médio (cm) da mamoneira, em função dos tratamentos.....	110
Tabela 25. Resumo das análises das variâncias para os dados de produtividade de grãos, rendimento percentual de grãos e número de ramos laterais da mamoneira ao final dos dois ciclos de cultivo.....	112
Tabela 26. Médias de produtividade de grãos, rendimento percentual de grãos e número de ramos laterais da mamoneira ao final dos dois ciclos de cultivo.....	113
Tabela 27. Resumo das análises de variância para os dados de massa dos racemos, grãos por planta, produtividade, massa de 100 grãos, comprimento e largura do grão da cultivar “BRS 149 Nordestina” em função da ordem do racemo.....	119

Tabela 28. Médias da massa dos racemos, grãos por planta, produtividade, massa de 100 grãos, comprimento e largura do grão da cultivar “BRS 149 Nordestina” em função da ordem do racemo.....	120
Tabela 29. Resumo das análises de variância para a variável altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas em função das fontes de adubação, verificadas do plantio aos 420 dias (primeiro ano de cultivo) e dos 450 aos 840 dias após o plantio (segundo ano de cultivo).....	125
Tabela 30. Médias da variável altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de folhas (NF) para o período de 0 aos 840 dias após o plantio (DAP) em função das fontes de adubação (F).....	128
Tabela 31 Resultado da análise química do solo em função das fontes de adubação no final do segundo ciclo de produção.....	130
Tabela 32. Evolução da altura da planta do pinhão manso (cm), diâmetro caulinar (cm) e número de folhas nas diferentes fontes de adubação nos dois ciclos produtivos.....	134
Tabela 33. Resumo das análises das variâncias para os dados de número de frutos por planta (NFP), massa total dos frutos por planta (MTF), massa do fruto (MF), massa de 100 grãos, produção de grãos por planta (PGP), número de inflorescência (NINF) e rendimento percentual de grãos (RPG).....	140
Tabela 34. Médias do número de frutos por planta (NFP), massa total dos frutos por planta (MTF), massa do fruto (MF), massa de 100 grãos (M100G), produção de grãos por planta (PGP), número de inflorescência (NINF) e rendimento percentual de grãos (RPG) nas diferentes fontes de adubação.....	141
Tabela 35. Coeficientes de correlação linear de Pearson entre algumas características agronômicas do pinhão manso em função das fontes de adubação nos dois primeiros anos de cultivo.....	145
Tabela 36. Resumo das análises das variâncias para os dados da altura da planta, diâmetro caulinar, número de ramos secundários e produtividade ao final dos dois ciclos de cultivo.....	146
Tabela 37. Médias da altura da planta, diâmetro caulinar, número de ramos secundários e produtividade do pinhão manso ao final dos dois ciclos de	147

cultivo.....	
Tabela 38. Análise de variância das características rendimento (REND), acidez (ACI), índice de iodo (ID), índice de peróxido (IP), índice de saponificação (IS), umidade (U), viscosidade (VIS) e densidade (DEN) do óleo de mamona e pinhão manso.....	151
Tabela 39. Análise físico-química do óleo de mamona em função das fontes de adubação, ausência de adubo (F1), composto orgânico I (F2); composto orgânico II (F3); adubo mineral (F4) e esterco bovino (F5).....	152
Tabela 40. Relatório dos custos para a cultura da mamona nos dois anos de cultivo em função das diferentes fontes de adubação.....	159
Tabela 41. Relatório dos custos para a cultura do pinhão manso nos dois anos de cultivo em função das diferentes fontes de adubação.....	160
Tabela 42. Rentabilidade do sistema de produção da cultura da mamona nos dois anos de cultivo em função das diferentes fontes de adubação.....	162
Tabela 43. Rentabilidade do sistema de produção da cultura do pinhão manso nos dois anos de cultivo em função das diferentes fontes de adubação.....	162

SUMÁRIO

	Pg.
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
1 – INTRODUÇÃO.....	19
1.1 – OBJETIVO GERAL.....	22
1.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
2.1 - A cultura da mamona.....	24
2.1.1 - Características botânicas e propagação.....	25
2.1.2 - Importância econômica e utilizações da planta.....	26
2.1.3 - Clima e solo.....	27
2.1.4 – Plantio.....	28
2.1.5 – Adubação.....	29
2.1.6 - Produção e produtividade.....	31
2.2 – Pinhão manso.....	35
2.2.1 – Distribuição geográfica do pinhão manso.....	35
2.2.2 - Características botânicas e propagação.....	36
2.2.3 - Importância econômica e utilizações da planta.....	37
2.2.4 - Clima e solo.....	37
2.2.5 – Adubação.....	38
2.2.6 – Uso da Poda.....	41
2.2.7 - Produção e produtividade.....	43
2.3 – Compostagem.....	45
2.4 – Biodiesel.....	48
2.4.1 – O óleo de mamona e de pinhão manso.....	48
2.4.2 – Características físico-químicas dos óleos.....	51
2.4.2.1 – Umidade.....	51

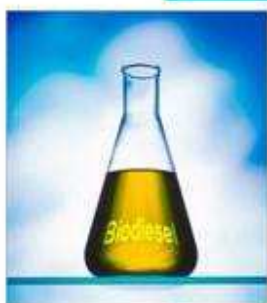
2.4.2.2 – Densidade.....	51
2.4.2.3 – Viscosidade.....	52
2.4.2.4 – Índice de acidez.....	53
2.4.2.5 – Índice de iodo	53
2.4.2.6 – Índice de saponificação.....	54
2.4.2.7 – Índice de Peróxido.....	54
2.4.2.8 – Ácidos graxos.....	55
2.5 – Principais culturas utilizadas para a produção de biodiesel.....	56
2.6 - Importância do biodiesel no desenvolvimento sustentável.....	58
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	64
3.1 - Localização e caracterização da área experimental.....	64
3.2 - Coleta e análise química do solo.....	65
3.3 – Tratamentos e delineamento experimental.....	67
3.4 – Plantio e adubação.....	68
3.5 – Compostagem.....	69
3.6- Colheita e beneficiamento	71
3.7- Controle fitossanitário.....	71
3.8 – Variáveis biométricas e de produção.....	72
3.8.1 – Experimento 1 – Mamona.....	72
3.8.1.1 - Altura de planta e diâmetro do caule	72
3.8.1.2 - Número de dias para a antese e número de internódios no caule.....	72
3.8.1.3 – Altura da planta e número de ramos secundários no final do ciclo.....	72
3.8.1.4 – Número de racemos por planta.....	73
3.8.1.5 - Massa dos racemos.....	73
3.8.1.6 - Produção de grãos por planta.....	73
3.8.1.7 - Comprimento do racemo e número de frutos por racemo.....	73
3.8.1.8 - Produtividade de grãos.....	74
3.8.1.9 - Rendimento percentual de grãos	74
3.8.1.10 - Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total	75
3.8.1.11 – Poda.....	76
3.8.2 – Experimento 2 - Pinhão manso.....	76

3.8.2.1 - Altura de planta e diâmetro do caule.....	76
3.8.2.2 – Número de folhas.....	76
3.8.2.3 – Variáveis de produção.....	77
3.8.2.4 - Poda	77
3.9 - Análise estatística das variáveis biométricas e de produção.....	77
3.10 – Extração e rendimento do óleo de mamona e do pinhão manso.....	78
3.11 - Caracterização físico-química do óleo de mamona e pinhão manso.....	79
3.12.1 - Índice de acidez.....	79
3.11.2 - Índice de saponificação.....	80
3.11.3 – Índice de iodo.....	80
3.11.4 – Viscosidade cinemática.....	81
3.11.5 – Densidade.....	81
3.11.6 - Teor de umidade.....	82
3.11.7 - Rendimento do óleo.....	82
3.12 – Análise estatística das características físico-químicas do óleo de mamona e do pinhão manso.....	82
3.13 – Avaliação econômica do cultivo da mamona e do pinhão manso.....	82
3.13.1 – Custo de produção da atividade.....	82
3.13.2 – Indicadores de rentabilidade.....	83
4.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	87
4.1 - Experimento 1 (Mamona).....	87
4.1.1 – Desenvolvimento da planta.....	87
4.1.2 – Efeito nos componentes de produção.....	100
4.1.2.1 - Número e massa dos racemos e produção de grãos por planta.....	100
4.1.2.2 - Comprimento, número de frutos, massa do racemo e massa de grãos por racemo.....	103
4.1.2.3 - Estudo de correlações.....	106
4.1.3 - Efeito no crescimento e na produtividade.....	109
4.1.3.1 - Altura da inserção do racemo primário, diâmetro do caule, precocidade e número de internódios.....	109
4.1.3.2 - Produtividade de grãos, rendimento percentual de grãos e número de ramos	111

no final de cada ciclo.....	
4.1.3.3 - Contribuição relativa da ordem do racemo sobre algumas características de produção.....	116
4.2 - Experimento 2 (Pinhão manso).....	124
4.2.1 – Desenvolvimento da planta	124
4.2.2 – Fenologia.....	135
4.2.3 - Efeito nos componentes de produção.....	139
4.2.4 - Estudo de correlações.....	144
4.2.5 - Altura da planta, diâmetro do caule, número de ramos secundários e produtividade no final de cada ciclo de produção.....	146
4.3 - Características físico-químicas do óleo de mamona e pinhão manso.....	150
4.4 – Avaliação econômica do cultivo da mamona e do pinhão manso.....	158
5 - CONCLUSÕES.....	164
6 – REFERÊNCIAS.....	167

2010

Capítulo 1 – Introdução



Josely Dantas Fernandes
Programa de Pós-graduação em
Recursos Naturais

1 - INTRODUÇÃO

A utilização de óleos vegetais em motores a combustão iniciou-se por volta de 1900 quando Rudolf Diesel utilizou, pela primeira vez, o óleo de amendoim em motores diesel em uma demonstração na exposição de Paris (MOTHÉ et al. 2005; RUPPEL e HALL, 2007). Historicamente o uso de óleos vegetais *in natura* como combustível foi rapidamente superado pelo uso de óleo diesel derivado de petróleo, tanto por fatores econômicos quanto técnicos. Contudo, recentemente o mundo observa a tendência de uma nova inversão, ou seja, a busca de uma alternativa energética (biocombustíveis) para os combustíveis fósseis em virtude da preocupação com o aquecimento global, a veloz redução das reservas de combustíveis fósseis no mundo e o crescente aumento no preço do petróleo (PETERSON e HUISTRULID, 1998; KORBITZ, 1999; FRANCIS et al., 2005; SUBRAMANIAN et al., 2005).

O biodiesel é um biocombustível apontado como renovável, menos poluente e com características físico-químicas semelhantes ao seu concorrente fóssil, o diesel (SOUSA et al., 2005). Para que seja produzido, matérias primas tais como: óleos vegetais, óleos de frituras ou de gorduras animais são submetidos a uma reação química denominada transesterificação. Nesta reação, esses óleos reagem na presença de um catalisador (principalmente uma base) com um álcool (metanol ou etanol) para produzir os alquil ésteres correspondentes da mistura de ácidos graxos encontrados em cada matéria prima (TAPASVI et al., 2005). Segundo Francis et al. (2005) e Subramanian et al. (2005), uma das principais vantagens deste biocombustível é a ausência de enxofre e de poluentes durante sua produção industrial.

O conceito de substituir o diesel pelo biodiesel ganhou atenção em larga escala no mundo nos últimos anos; porém, um dos maiores desafios enfrentados é desenvolver tecnologias em que terras marginais, que não possam ser usadas para a produção de alimento, venham a ser utilizadas para a produção do biodiesel (FRANCIS et al., 2005).

O Brasil é um dos poucos países do mundo que apresenta grande extensão continental, uma diversidade edafoclimática e um enorme potencial para a produção de diferentes espécies vegetais, entre elas, as oleaginosas [dendê (*Elaeis guineensis*), babaçu (*Orbignya phalerata*), milho (*Zea mays* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), soja (*Glycine max* (L.)), canola (*Brassica napus* L. e *Brassica rapa* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), mamona (*Ricinus communis* L.),

pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), entre outras] que se destacam devido aos seus enormes potenciais de exploração, principalmente em relação ao aproveitamento de seus óleos na produção de biodiesel (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002). Porém, a escolha da oleaginosa para produção de biocombustível depende largamente de fatores geográficos, climáticos, origem e da qualidade do óleo contido nas sementes.

Na região semiárida nordestina, dentre as várias espécies com potencial de produzir biodiesel, destacam-se a mamona e o pinhão manso por apresentarem: fácil propagação por semente e alto conteúdo de óleo, em torno de 46-58 % do peso no núcleo e 30-40 % do peso da semente. Estas propriedades tornam-se propícias para gerar renda e oportunidade de emprego no meio rural (CAVALCANTE et al., 2004; ORHAN et al., 2004; SANGHA et al., 2004; SHAH et al., 2004; FRANCIS et al., 2005; SHAH et al., 2005; SUBRAMANIAN et al., 2005).

De acordo com Makkar et al. (1998), a implantação de um programa energético com biodiesel abre oportunidade para grandes benefícios sociais; isso ocorre devido à enorme procura internacional por óleos vegetais visando a produção deste biocombustível. Segundo dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Integração Nacional e Ministério das Cidades, a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar podem ser gerados cerca de 45 mil empregos no campo, com uma renda média anual de aproximadamente R\$ 4.900,00 por emprego.

Quanto à adubação, a mamoneira requer quantidades significativas de nutrientes para a produção de grãos e para a síntese do óleo e das proteínas presentes nestes. O suprimento de nutrientes para a cultura provém, basicamente, das reservas do solo. Entretanto, quando o cultivo é estabelecido em solos com restrição de fertilidade ou se pretende explorar integralmente o potencial de produtividade das cultivares comerciais, faz-se necessária a complementação com nutrientes, via a aplicação de fertilizantes de origem orgânica e/ou mineral (SCIVITTARO e PILLON, 2006). Em relação ao pinhão manso, sabe-se que durante a produção dos frutos uma elevada quantidade de nutrientes do solo é extraída e, se estes não forem adequadamente repostos pela adubação, poderá ocorrer empobrecimento do solo ao longo dos anos de cultivo (LAVIOLA e DIAS, 2008).

Os solos da região semiárida geralmente apresentam baixos teores de matéria orgânica, por isso é imprescindível a incorporação de esterco e/ou compostos orgânicos. A incorporação destes materiais ao solo promove mudanças nas suas características físicas, químicas e biológicas, melhorando sua estrutura, aumentando a capacidade de retenção de água, a aeração e a fertilidade do solo (MALAVOLTA, et al., 1997). Conseqüentemente, o incremento de materiais orgânicos no solo poderá promover um maior crescimento e desenvolvimento da cultura da mamoneira e do pinhão manso, como foi observado por Oliveira et al. (2009a) e Fernandes et al., (2009a). Apesar destes benefícios elencados acima, vale salientar que o sucesso do uso dos materiais orgânicos em uma cultura dependerá, entre outros fatores, da qualidade e da quantidade do material que está sendo usado, visto que, a composição química dos esterco animais, por exemplo, pode variar com o tipo de animal e com o seu alimento.

Os pequenos agricultores da região semiárida têm sido incentivados a cultivar mamona e pinhão manso. Contudo, os elevados custos com o uso de adubos químicos, a dificuldade de recursos financeiros destes agricultores e a possibilidade dos mesmos produzirem compostos orgânicos com materiais de suas próprias propriedades, ressaltam a importância dos estudos sobre o uso de materiais orgânicos no desenvolvimento da mamoneira e do pinhão manso, pois os mesmos fornecem subsídios a estes agricultores.

Apesar da grande importância de que se reveste a cultura da mamona e do pinhão manso, os sistemas de cultivo utilizados na exploração destas oleaginosas ainda são sustentados por bases muito rudimentares, decorrentes da crença generalizada de que estas culturas não necessitam de muitos cuidados. Tais fatos se tornam evidentes quando se observam as baixas produtividades obtidas, em média, 731,6 kg ha⁻¹ de bagas de mamona (região nordeste) e 330 kg ha⁻¹ de grãos de pinhão manso em condições de sequeiro (DRUMOND et al., 2007 e IBGE, 2010a). Desse modo, é possível que a adoção de práticas como a adubação (orgânica ou mineral) possa contribuir sobremaneira para a melhoria dos sistemas de produção, com reflexos positivos na produtividade de grãos, rendimento e qualidade de óleo.

1.1 – OBJETIVO GERAL

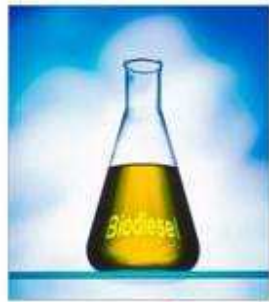
Avaliar a influência da adubação mineral e orgânica no desenvolvimento da mamona e do pinhão manso visando incrementar a produtividade e melhorar a oferta e a qualidade do óleo produzido por estas oleaginosas.

1.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o ciclo produtivo da mamona (*Ricinus communis* L.) e do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em condições naturais de fertilidade de solo e sob adubação mineral e orgânica;
- Avaliar os parâmetros de crescimento de ambas oleaginosas em dois anos de cultivo;
- Avaliar o início do período de floração e frutificação da mamona e do pinhão;
- Avaliar a produção de bagas de mamona e pinhão submetidos aos tratamentos de adubação;
- Proceder a extração e análise do óleo do grão das duas culturas identificando o potencial para produção de biodiesel;
- Proceder a viabilidade econômica da mamona e do pinhão manso nos dois anos de produção;

2010

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica



Josely Dantas Fernandes
Programa de Pós-graduação em
Recursos Naturais

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - A cultura da mamona

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, com inúmeras aplicações industriais, sendo encontrada em estado asselvajado em várias regiões do Brasil. É uma euforbiácea rústica e heliófila (RODRIGUES et al., 2002). Esta espécie de ampla distribuição geográfica teve sua origem possivelmente na antiga Abissínia, hoje Etiópia (BELTRÃO et al., 2001) e, devido a sua fácil propagação e adaptação a diferentes condições climáticas, disseminou-se para as mais variadas regiões do mundo.

A mamoneira, introduzida no Brasil nos primórdios da colonização portuguesa pelos escravos, provenientes dos continentes asiático ou africano (MADAIL et al., 2006), atualmente é encontrada em todo o território nacional possuindo os seguintes nomes vulgares: palma-christi, palma-de-cristo, mamona, mamoneira, carrapateira, rícino, bafureira, figueira do inferno, entre outros (RODRIGUES et al., 2002). No Nordeste, a mamona encontra-se disseminada por encontrar condições favoráveis ao seu desenvolvimento, constituindo-se em grande potencial para a economia do Semi-Árido nordestino (AMORIM NETO et al., 2001; PARENTE, 2003).

Vários são os cultivares de mamoneira, disponíveis para o plantio em nosso país, variando em porte, deiscência dos frutos, tipo dos cachos e outras características. Conforme a EMBRAPA (2004), pesquisa com cultivares começou no Estado de São Paulo em 1937, com trabalhos desenvolvidos pelo IAC. Com as seleções realizadas, o IAC lançou as cultivares IAC 38, Campinas, Guarani, IAC 80 e IAC 226. No Nordeste, para as condições edafoclimáticas do semi-árido nordestino a EMBRAPA lançou as cultivares BRS-149 Nordestina e BRS-188 Paraguaçu. Trata-se de cultivares adaptadas para a cultura familiar no Nordeste, pois apresentam frutos semi-deiscentes, que não liberam totalmente as sementes após maduros, facilitando a colheita manual.

O interesse pelo cultivo da mamona se deve às diversas possibilidades de uso do óleo extraído das sementes e à sua capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais (SILVA et al., 2004). Portanto, esta oleaginosa é de relevante importância econômica e social, cujo óleo possui inúmeras aplicações na área industrial e perspectiva de utilização como fonte energética na produção de biocombustível.

2.1.1 - Características botânicas e propagação

De acordo com Weiss (1983), a mamoneira pertence à classe Dicotyledoneae, série Geraniales, família euforbiácea e espécie (*Ricinus communis* L.) que engloba vasto número de tipos de plantas nativas da região tropical, sendo a espécie *Ricinus communis* L. a única conhecida (SAVY FILHO et al., 1999b; RODRIGUES et al., 2002; SAVY FILHO, 2003). Na antiguidade era denominada pelos gregos de planta de “aporano” e de “croton” e, pelos latinos de “ríninos” devido à semelhança existente entre suas sementes e a forma do carrapato, pertencente ao grupo dos ácaros (RODRIGUES et al., 2002).

A cultivar BRS-149 Nordestina, originou-se da linhagem CNPA M. 90-210 que, por sua vez, descende da variedade Baianita. Segundo Beltrão et al. (2003b) ela apresenta metabolismo fotossintético C3 ineficiente, com elevada taxa de fotorrespiração; hábito arbustivo (com altura média de 1,90 m); ciclo vegetativo longo (a partir da emergência das plântulas à última colheita, é de 250 dias em média); porte avantajado, com estrutura aérea planofoliar, isto é, ramos e folhas horizontalizadas e sistema radicular secundário um tanto superficial (MONTEIRO et al., 2006; RODRIGUES FILHO, 2000).

O caule é cilíndrico, grosso, possui coloração verde, podendo ou não possuir cera, podendo alcançar, em alguns casos, até 30 centímetros de diâmetro na base. Apresenta aspecto nodoso, freqüentemente é fistuloso e provido de lenho brancacento e mole (RODRIGUES et al., 2002).

As folhas são alternas, são simples, grandes, com a largura do limbo variando de 10 a 40 cm, podendo chegar a 60 cm no comprimento maior; são palmatiformes com limbo peltado, 7 a 11 lobado, glabras, verdes ou, mais raramente no Brasil, vermelho-escuras com nervuras de tom um pouco mais claro. A margem foliar é denteada. Os pecíolos são cilíndricos fistulosos longos, podendo alcançar 60 centímetros de comprimento por cerca de 2 centímetros de diâmetro. O contorno foliar é orbicular e a inserção do pecíolo ocorre na região central do limbo. O pecíolo próximo da inserção do limbo foliar apresenta duas formações glandulares (RODRIGUES et al., 2002; BELTRÃO et al., 2001).

As flores são monóicas, apresentando inflorescência do tipo panicular (racemo) (BELTRÃO et al., 2001). As flores femininas, que ocupam a parte superior dos racemos, são

providas de estilete e estigma trifido e bifurcado, e densamente papiloso. As flores masculinas ocupam a parte inferior dos racemos e são constituídas por numerosos estames com filetes ramificados e anteras com tecas globulares separadas. (RODRIGUES et al., 2002). O período entre a emergência da plântula e a floração do primeiro racemo, é de 50 dias em média (EMBRAPA, 1998).

Segundo Anselmo et al. (2008), a cultivar BRS Nordestina apresenta frutos semideiscentes. Possuem espinhos e, em alguns casos, são inermes. Apresentam aspecto globoso característico; são do tipo tricoca, medindo 3 centímetros de diâmetro, providos de três lojas, cada uma delas contendo uma semente, podendo ser deiscentes ou indeiscentes. O cacho, que é a infrutescência, tem conformação cônica, cilíndrica ou esférica e comprimento variando de 10 cm até 80 cm dependendo da variedade e da condição do ambiente (BELTRÃO et al., 2001). As sementes oriundas de óvulos fecundados e desenvolvidos são de tamanhos diversos, medindo de 0,8 a 1,5 centímetros de comprimento por 0,7 a 1,0 centímetros de largura. Elas apresentam forma ovóide, são achatadas, com uma face quase plana na qual se observa um espessamento longitudinal que corresponde à rafe. A micropila é envolvida por uma excrescência de coloração esbranquiçada, carnuda e bilobada denominada carúncula. O tegumento da semente é liso, espesso, quebradiço, brilhante, de aspecto marmóreo ou raiado, muito característico, provido de tons vermelhos, negros e brancacentos. A parte interna do tegumento corresponde a uma membrana delgada clara aplicada sobre a amêndoa que é representada por endosperma oleoso, muito desenvolvido, que envolve um embrião provido de dois cotilédones laminares. (RODRIGUES et al., 2002). O peso de 100 sementes é aproximadamente 68 g, o teor de óleo na semente é de 48,90 % e a produtividade média, em semente, sem adubação, é de 1.500 kg ha⁻¹ nas condições semiáridas do Nordeste, em anos normais, em relação à precipitação pluvial (EMBRAPA, 1998).

2.1.2 - Importância econômica e utilizações da planta

A importância econômica do óleo de mamona é evidenciada através da larga aplicação industrial. Seu óleo por conter 90% de ácido ricinoléico serve de matéria prima em diversas aplicações industriais (têxtil, papéis, química, borracha e plásticos, fármacos, eletro-eletrônicos e telecomunicações, tintas, adesivos e lubrificantes) (SANTOS et al., 2001; GONÇALVES et al.,

2005), na biomedicina (utilizando derivados do óleo no processo de reparação óssea) (LAUREANO FILHO et al., 2007; BOLSON et al., 2005; FRAZILIO et al., 2006) e na produção de biocombustíveis (CHIERICE e CLARO NETO, 2001). Em termos quantitativos, tem-se o maior uso na fabricação de biodiesel, em virtude de ser o único óleo solúvel em álcool, não necessitar de calor e conseqüente gasto de energia para se transformar em combustível e por ter 30% a mais de lubricidade que os outros óleos, podendo reduzir a emissão de diversos gases causadores do efeito estufa, a exemplo do gás carbônico e enxofre (BELTRÃO, 2003). A possibilidade de produzir biodiesel a partir do óleo de mamona levou o governo federal a indicar a cultura da mamona como primeira escolha para desenvolvimento de projetos relacionados com a agricultura familiar e programas de produção de biodiesel (TEIXEIRA, 2005).

Da industrialização da semente de mamona, obtém-se, como produto principal, o óleo de rícino isento de toxinas (porque a ricina, principal componente tóxico presente nas sementes, não é solúvel em lipídios, ficando a toxidade restrita à torta) e, como subproduto, a torta (composto orgânico), com altos teores de nitrogênio (4,60 %), fósforo (3,0 %) e potássio (0,96 %), podendo ser usada como fertilizante na agricultura (COSTA et al., 2009a). A torta também possui alto teor de proteína (32 a 40 %), porém, devido aos componentes tóxicos: ricina (1,50 %); ricinina (alcalóide – 0,23 %) e alergênicos (0,09 a 4,20 %) a sua utilização na alimentação animal só é possível após passar por processo de desintoxicação complexo e, muitas vezes, caro. Por esse motivo, muitas empresas preferem vender a torta apenas como fertilizante (SAVY FILHO, 2005).

Além das sementes, as folhas também são usadas popularmente como: antimicrobianas; acaricidas; filaricidas; moluscicidas; antivirais; hipoglicemiante e como diurético. Entretanto, poucas pesquisas foram realizadas objetivando comprovar tais utilidades (RODRIGUES et al., 2002).

2.1.3 - Clima e solo

A mamoneira é encontrada desde a Região Norte até a Região Sul do Brasil, vista a sua adaptabilidade às mais variadas condições climáticas (OLIVEIRA, 2004). Desenvolve-se e produz bem em vários tipos de solo, contudo, prefere solos de textura média, não muito argilosos (que apresentam deficiência de drenagem) e bem drenados. Os solos argilo-silicosos ou sílico-

argilosos, com pH entre 6 e 7, são os ideais para a mamoneira, que é exigente também em termos de nitrogênio, fósforo e potássio (OLIVEIRA, 2004; AMORIM NETO et al., 2001). O plantio em solos salinos não é recomendado; Cavalcanti et al. (2004) ao estudarem o crescimento inicial da mamoneira submetido à salinidade da água de irrigação, constataram que a fitomassa da parte aérea decresce linearmente com o incremento da CE além de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$, com decréscimo relativo de aproximadamente 6 % por aumento unitário da salinidade da água de irrigação.

O local para o plantio deve apresentar altitude entre 300 m a 1500 m, boa topografia (inclinação não superior a 12 %), com boa exposição ao sol (com pelo menos 12 horas de fotoperíodo) e com temperatura média na faixa de 20 a 30 °C, com máxima de 38 °C e mínima de 12 °C (AMORIM NETO et al., 2001). A precipitação anual deve variar entre 500 e 1000 mm, com mínima de 400 mm, bem distribuída, com chuvas regulares no início do ciclo e um período seco para a maturação dos frutos (SAVY FILHO, 2005).

2.1.4 - Plantio

Segundo Weiss (1983), a mamoneira é uma planta bastante susceptível às condições ambientais, adapta-se a uma grande diversidade de solos, ambientes e climas, o que é uma grande vantagem, uma vez que pode ser explorada com baixo nível tecnológico.

Para produzir economicamente, o plantio deve ser feito nas seguintes condições: solo com boa fertilidade; uma faixa de temperatura em torno de 28°C, entretanto, seu cultivo é possível sob temperaturas de até 32°C; altitudes variando de 300 m a 1500 m e uma pluviosidade mínima entre 600 mm a 750 mm, bem distribuída durante todo o período vegetativo (aproximadamente 180 a 240 dias), principalmente na fase inicial do desenvolvimento (primeiros 70 dias) onde ocorre a maior exigência por água (WEISS, 1983; CARDOSO e OLIVEIRA, 2002; PACHECO et al., 2006). Portanto, o plantio deverá ser realizado no início da estação chuvosa, com a época de maturação dos frutos coincidindo com o período da seca, para que este processo venha ocorrer naturalmente (SAVY FILHO, 2005).

Sendo uma cultura de clima tropical, é explorada por meio de dois sistemas distintos de cultivo, o cultivo isolado (utilizado por grandes produtores) e o sistema consorciado (típico do semi-árido nordestino) principalmente com milho, feijão comum e caupi (AZEVEDO et al.,

2001). No sistema consorciado, o manejo adequado é de grande importância para garantir elevados rendimentos aos produtores. Trabalhos a respeito do manejo das espécies consorciadas envolvendo a cultura da mamona com culturas alimentares são cada vez mais frequentes (BELTRÃO et al., 2002b; CORRÊA et al., 2006; MORGADO, 2004; ARAÚJO FILHO et al., 2004;).

No plantio da mamoneira, a fertilidade do solo, disponibilidade de água e o tráfego de máquinas ou animais devem ser considerados para escolher o espaçamento a ser adotado. Em sistema de cultivo isolado os espaçamentos utilizados são: 2m x 1m em solos de baixa fertilidade; 3m x 1m em solos de média e 4m x 1m em solos de alta fertilidade. No sistema de cultivo consorciado com feijão Vigna os espaçamentos são: 3m x 1m com 3 fileiras centrais de feijão Vigna, no espaçamento de 0,5m x 0,5m. No espaçamento de 4m x 1m com 4 fileiras centrais de feijão vigna, no espaçamento de 0,5m x 0,5m. O feijão deve ser plantado 15 dias após o plantio da mamona (EMBRAPA, 2004).

2.1.5 - Adubação

Quanto à adubação, a cultura mostra-se exigente e responsiva, uma vez que requer quantidades significativas de nutrientes para a produção de grãos e a síntese do óleo e das proteínas presentes nestes. O suprimento de nutrientes para a cultura provém, basicamente, das reservas do solo, entretanto, quando o cultivo é estabelecido em solos com restrição de fertilidade ou se pretende explorar integralmente o potencial de produtividade das cultivares comerciais, faz-se necessária a complementação com nutrientes, via a aplicação de fertilizantes de origem orgânica e/ou mineral (SCIVITTARO e PILLON, 2006).

Sabe-se que a mamona é uma planta que necessita ser cultivada em solos muito férteis para que atinja boa produtividade. De acordo com Canecchio Filho e Freire (1958); Nakagawa e Neptune (1971), a mamoneira exporta da área de cultivo cerca de 80 kg ha⁻¹ de N, 18 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 32 kg ha⁻¹ de K₂O, 13 kg ha⁻¹ de CaO e 10 kg ha⁻¹ de MgO para cada 2.000 kg ha⁻¹ de baga produzida. No entanto, a quantidade de nutriente absorvida aos 133 dias da germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO, respectivamente, o que indica alto requerimento de nutrientes para obtenção de produtividade adequada (SEVERINO et al., 2006b).

Segundo Severino et al. (2006a), o nitrogênio e o potássio promovem mudanças na expressão sexual da mamoneira, favorecendo o aumento de produtividade, enquanto que o fósforo (P) aumenta o teor de óleo nas sementes. Contudo, é importante ressaltar que o fósforo também influencia no crescimento desta cultura conforme observado por Almeida Junior et al. (2009) os quais verificaram aumentos consideráveis nos parâmetros de crescimento com a dose de 8 g.planta⁻¹ de fósforo. De acordo com Pacheco et al. (2006), os teores foliares para macronutrientes associados à máxima produtividade econômica (2.836,8 kg/ha de bagas) foram de 5,46 N, 0,29 P, 2,56 K, 1,80 Ca, 0,24 Mg e 0,25 S, em dag/kg.

Segundo Severino et al. (2005a), a mamoneira cultivar BRS Nordestina adubada quimicamente (50-60-40 kg ha⁻¹ N-P₂O₅-K₂O + calagem + micronutrientes) apresenta um ganho de 114 % na produtividade em relação à parcela não adubada. Ainda segundo os autores, o nitrogênio é o único nutriente que aumentará a produtividade com o acréscimo da sua dosagem. Por exemplo, aplicando-se 58,6 kg ha⁻¹ de N a produtividade poderá alcançar 124 % a mais que a testemunha absoluta.

Com relação aos sintomas de deficiência nutricional, o N e o K são os primeiros elementos a serem percebidos visualmente, seguidos por Ca, Mg, S e P. O limbo da folha superior é a parte da planta que melhor reflete o estado nutricional da mamoneira para N e Ca, e o pecíolo da folha inferior, para Mg (LAVRES JUNIOR et al., 2005). Segundo Lavres Junior et al. (2009), nas condições de deficiência de N, de Mg e de S, a variável altura da planta, diâmetro caulinar e produtividade, apresentam médias significativamente menores em relação à adubação completa. Ainda segundo estes autores, a produção total de massa de matéria seca das plantas é afetada pelas deficiências: N>Ca>S>Mg>K>P, sendo o N o elemento mais limitante.

Alternativa para a adubação da mamoneira dar-se por via orgânica, apresentando como vantagens: melhoria nas propriedades químicas e físicas do solo, fornecimento de nutrientes, retenção de cátions (SEVERINO et al., 2006a), complexação de elementos tóxicos, a exemplo do alumínio trocável (LIMA et al., 2007a) e de micronutrientes, estruturação do solo, retenção de água, aeração e redução da compactação do solo (COSTA et al., 2006a).

Vale et al. (2005), avaliando a influência de doses crescentes de esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira, concluíram que as maiores médias de altura, diâmetro caulinar, número de folhas e matéria seca da parte aérea foram obtidas com a aplicação de 20 t

ha⁻¹. Quanto ao uso de diferentes fontes de adubos orgânicos, Primo et al. (2010b), Oliveira et al. (2009a) e Severino et al. (2008) , verificaram maiores médias de altura da planta e maior rendimento em matéria seca da parte aérea, adubando a mamoneira com esterco bovino.

Fernandes et al. (2009c), acompanharam o desenvolvimento da mamoneira adubada com diferentes fontes orgânicas (composto orgânico, composto orgânico enriquecido com pó de rocha e esterco de curral, no quantitativo de 12 kg/cova) e mineral (em fundação: 40g de N; 177,8g de P; 26,7g de K; 22,9g de Zn; 82,1g de Mg; 22,6g de B; 16g de Cu; 14,3g de Mn, por cova; 45 dias após o plantio, realizou-se uma adubação aplicando 40g de N/cova) e verificaram maiores médias de altura de planta, diâmetro caulinar e número de folhas com a utilização dos compostos orgânicos. Já Severino et al. (2008), avaliando o efeito de diversos substratos orgânicos (bagaço de cana, cama de frango, casca de amendoim, esterco bovino e mucilagem de sisal) para mamoneira, constataram que o esterco bovino possibilitou maior crescimento da massa seca da parte aérea de mudas de mamoneira.

2.1.6 - Produção e produtividade

Segundo dados da Food and Agriculture Organization (FAO) apud Madail et al. (2006) e FAO (2010), apresentados na Tabela 1, o Brasil deteve durante os anos de 1978 a 1982 o título de maior produtor mundial de mamona em baga. A partir de 1983 a produção indiana e chinesa começou sua trajetória ascendente, tornando-se os maiores produtores mundiais. A participação desses países no total mundial variou de 55,5 %, na média de 1983 a 1987, para 84,8 %, na média de 2007 a 2008.

Tabela 1. Produção, importação e exportação de mamona em baga do Brasil (t), no período 1978/2004 nos principais países, quinquênios 1978/82, 1983/87, 1988/92, 1993/97 e 1998/2002 e nos anos 2002/2003, 2003/2004, 2005/2006 e 2007/2008.

Principais países do mundo	Anos							
	1978/82	1983/87	1988/92	1993/97	1998/02	2003/04	2005/06	2007/08
Produção								
Índia	163.140	321.600	569.760	798.160	712.780	1.594	1.721	2.176
China	123.892	238.000	292.000	216.000	334.600	508,00	490,00	430,00
Brasil	281.376	235.960	130.546	53.833	67.758	222,42	216,13	233,641
Paraguai	20.580	23.572	18.961	15.972	11.439	20,539	22,00	24,00
Mundo	875.367	1.008,113	1.149,896	1.162,820	1.366,497	2.477,438	2.661,346	3.072,933
Importação*								
Alemanha	25.883	36.062	32.187	23.094	6.000	6.053	284	-
Brasil	10.286	33.047	23.077	4.550	914,00	18.976	13.949	-
Tailândia	7,00	2.216	18.401	13.515	6.227	10.404	3.042	-
Japão	29.567	38.080	27.497	2.986	6,00	2,00	8,00	-
Mundo	82.474	125.682	112.535	45.242	23.993	46.182	34.678	688
Exportação*								
Paraguai	17.640	15.272	14.631	2.622	1.137	18.259	15.248	0,00
Índia	15,00	7,00	0,00	21.040	12.625	3.256	961	309,00
Paquistão	9.200	7.983	4.752	3.410	1.056	7.505	3.100	3.813
Brasil	0,00	2.052	2,20	3,80	6,00	29,00	42,00	0,00
Mundo	82.140	126.895	116.943	45.797	17.079	40.710	43.608	36.908

Fonte: FAO apud Madail et al. (2006) e FAO (2010). *Dados de 2007.

De acordo com Savy Filho et al. (1999) apud Santos et al. (2001), o declínio da produção de mamona no Brasil a partir do final da década de 80, prolongando-se até o ano de 2002, ocorreu por falta de tecnologias adequadas quanto à adubação, escolha de sementes, preparo do solo, plantio e colheita. Também contribuíram para este declínio a desorganização do mercado interno, tanto para o produtor como para o consumidor final, os baixos preços pagos ao produtor agrícola e as reduzidas ofertas de crédito e assistência técnica. Contudo, mesmo diante de tantas dificuldades, o Brasil manteve-se na terceira colocação em termos de produção de mamona em baga, perdendo apenas para Índia e China.

Desde 1978, o Brasil mantém a terceira colocação em importação de mamona, sendo o pico de maior expressão, o período compreendido entre os anos de 1983 a 1992, em que alcançou uma média de 28.062 toneladas. A partir de 1993 o número de importações, não só no Brasil, como também nos demais países, diminuiu devido a absorção da produção de mamona pelo mercado interno. No que diz respeito à exportação, o Brasil nunca alcançou números expressivos em relação à comercialização da mamona em grãos conforme pode-se observar na maioria dos períodos apresentados na Tabela 1.

Com relação à produção brasileira de mamona em bagas, observa-se, ao longo dos anos, uma flutuação acentuada (Tabela 2). Mesmo quando o Brasil foi o maior produtor exportador mundial de óleo de mamona nas décadas de 70 e 80, a produção nunca foi estável.

Tabela 2. Área plantada, área colhida, produção e rendimento médio de mamona em baga no Brasil.

Mamona (baga)				
Ano	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento médio (kg/ha)
1997	153.181	153.138	97.445	636
1998	136.381	63.233	16.683	264
1999	113.185	103.763	33.357	321
2000	214.485	208.538	116.017	556
2001	176.528	171.618	99.941	582
2002	145.912	136.109	170.897	1.256
2003	134.485	133.879	83.682	625
2004	176.090	172.704	138.745	803
2005	242.057	230.911	168.802	731
2006	141.674	137.555	92.327	671
2007	160.332	151.060	95.000	628
2008	163.663	157.626	122.140	774

Fonte: IBGE (2010a).

O rendimento médio de mamona em baga obtido no Brasil entre os anos de 1997 a 2008, conforme Tabela 2, também sofreu flutuações acentuadas com um mínimo em 1998 (264 kg ha⁻¹) e máximo no ano agrícola de 2002 (1.256 kg ha⁻¹). O baixo rendimento observado em 1998 pode ser explicado devido à ineficiência na colheita, com 46,36 % apenas da área plantada, por conta da inadequação do sistema de produção, desorganização do mercado interno, baixos preços pagos aos produtores, problemas com a oferta de crédito, assistência técnica e ausência de práticas de rotação de culturas (VIEIRA et al., 1997; apud SANTOS et al., 2001).

O Nordeste sempre se destacou por ser a principal região produtora de mamona no Brasil, especialmente a Bahia (IBGE 2010a). Na safra de 2008, a produção nacional em bagas foi de 122.140 mil toneladas, sendo que, deste total, 108.331 mil toneladas foram produzidas na região Nordeste (Tabela 3).

Tabela 3. Área colhida e produção de mamona (baga) entre as safras de 2007 e 2008 para as grandes regiões.

Regiões	Área colhida (ha)	
	Safra 2007	Safra 2008
Norte	855	46
Nordeste	138.497	148.074
Sudeste	4.287	6.833
Sul	559	1.027
Centro Oeste	6.862	1.646
Total	151.060	157.626
Regiões	Produção (t)	
	Safra 2007	Safra 2008
Norte	759	133
Nordeste	83.280	108.331
Sudeste	6.510	10.998
Sul	674	1.510
Centro Oeste	3.777	1.168
Total	95.000	122.140

Fonte: IBGE (2010a).

Apesar de ser o maior produtor, o Nordeste não possui a melhor produtividade. A região Sudeste nos anos de 2007 e 2008 obteve uma produtividade de 1,51 t ha⁻¹ e 1,60 t ha⁻¹ respectivamente, enquanto a região Nordeste nos mesmos anos uma produtividade de 0,60 t ha⁻¹ e 0,73 t ha⁻¹ respectivamente. A justificativa deve-se às dificuldades climáticas enfrentadas por esta região fazendo com que seja mínima a viabilidade de produção de outras culturas conhecidas mais rentáveis.

Porém, esta tendência tende a melhorar, uma vez que pesquisas estão sendo desenvolvidas objetivando aumentar a produtividade da mamoneira no semi-árido, tais como: desenvolvimento e melhoramento genético da cultura da mamona para o Semi-Árido brasileiro (SÁ et al., 2004; COSTA et al., 2006b); aumento da produtividade e do teor de óleo dos grãos (SEVERINO et al., 2006c); diminuição do porte da planta (MILANI et al., 2006); Efeito de espaçamento e consorciamento com outras culturas (PAULO et al., 1997; MORGADO, 2004; CORRÊA et al., 2006); entre outras.

Segundo Ferreira et al. (2004a), produções de até 1.500 kg ha⁻¹ têm sido obtidas na região semiárida utilizando-se as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu. Nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, a produtividade poderá alcançar 2.500 kg ha⁻¹ quando se faz correção da acidez do solo e adubação com NPK.

Pacheco et al. (2008), obtiveram a máxima produtividade econômica de bagas de mamoneira (2.837 kg ha^{-1}), combinando 20 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 30 kg ha^{-1} de K_2O e 0 kg ha^{-1} de N, proporcionando um lucro de R\$ 908,08 por ha. Para tal situação, o retorno de capital comparado à ausência de adubação foi de R\$ 129,03 por ha.

A produtividade da mamoneira, cultivada num Neossolo Flúvico Eutrófico arenoso e adubada com a mistura de adubos orgânicos (2500 kg ha^{-1} de esterco bovino curtido) mais o mineral (55 kg ha^{-1} de N, 70 kg ha^{-1} de P e 50 kg ha^{-1} de K), foi estimada por Severino et al. (2006b), cujo valor médio foi de 1.172 kg ha^{-1} .

Ganhos de produtividade em grãos também são verificados adubando-se a mamoneira com esterco bovino, em média, $457,6 \text{ kg ha}^{-1}$ a mais se comparada ao obtido na ausência de adubação (SEVERINO et al., 2006a). Adubando com esterco de galinha ($11,53 \text{ t ha}^{-1}$), Santos et al. (2010) obteve uma produtividade de 1.131 kg ha^{-1} de grãos.

2.2 – Pinhão manso

2.2.1 – Distribuição geográfica do pinhão manso

O pinhão é uma planta arbustiva, nativa da América do Sul, mas que também é amplamente cultivado ao longo da América Central, África e Ásia (FRANCIS et al., 2005; KOCHHAR et al., 2005; ABREU et al., 2003). No mundo existem diversas variedades de pinhão, mas no Brasil, assim como nas outras regiões tropicais do globo, as variedades mais conhecidas são: pinhão bravo (*Jatropha curcas* L.), pinhão roxo (*Jatropha gossypifolia* L.) e pinhão manso (*Jatropha molissima* (Pohl) Baill.) as quais crescem rapidamente em solos pedregosos e de baixa umidade (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002). Segundo Peixoto (1973), sua distribuição geográfica é bastante vasta devido a sua rusticidade, resistência às longas estiagens, bem como às pragas e doenças, sendo adaptável as condições edafoclimáticas muito variáveis, como por exemplo, no Brasil, desde o Nordeste até o Estado de São Paulo e Paraná.

2.2.2 - Características botânicas e propagação

A *Jatropha* é uma planta perene e pertencente à família das euforbiáceas (KOCHHAR et al., 2005), a mesma da mamona e da mandioca (ARRUDA et al., 2004). Esta planta corresponde a um arbusto de crescimento rápido podendo chegar até 5 m de altura em condições especiais. O diâmetro do troco é de aproximadamente 20 cm, possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida, mas pouco resistente. As folhas são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palmas com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face interior. As flores são pequenas, unissexuadas, de cor amarelo-esverdeada; as flores masculinas ocupam as extremidades superiores dos ramos e as femininas as ramificações, diferenciando-se pela ausência de pedúnculo articulado nas femininas que são largamente pedunculadas. O fruto capsular possui 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, é trilobular com uma semente em cada cavidade. O fruto seco pesa em média 1,53 a 2,85 g sendo 53 a 62 % constituído por sementes e de 38 a 47 % por casca. As sementes são lisas e relativamente grandes; quando secas medem de 1,5 a 2 cm de comprimento por 1,0 a 1,3 cm de largura, possuem tegumento rijo e quebradiço com uma película branca cobrindo a amêndoa, rica em óleo. A semente de pinhão manso, que pesa de 0,551 a 0,797 g, pode ter, dependendo da variedade e dos tratos culturais, entre outros, de 33,7 a 45 % de casca e de 55 a 66 % de amêndoa. Nestas sementes, ainda são encontradas 7,2 % de água, 37,5 % de óleo e 55,3% de açúcar, amido, albuminóides e materiais minerais, sendo 4,8 % de cinzas e 4,2 % de nitrogênio (ARRUDA et al. 2004; SATURNINO et al., 2005; DIAS et al., 2007).

O plantio do pinhão manso pode ser por meio de sementes ou por estacas. Por estacas, a multiplicação é mais rápida, mas gera plantas menos resistentes por não haver a formação da raiz pivotante. Em sementeira, a germinação pode chegar a quase 100%, usando-se sementes novas, de boa conformação (KOCHHAR et al., 2005).

Quanto ao espaçamento, Saturnino et al. (2005) sugerem o uso de espaçamentos de 3 x 3 m e de 3 x 4 m, com covas de 30 x 30 x 30 cm em solos arenosos e de 50 x 50 x 50 cm em solos mais firmes, e 75 cm de profundidade em terrenos acidentados e muito compactados, como pastagens degradadas. Para o uso em culturas consorciadas, o espaçamento deve ser de 70 x 90 cm.

2.2.3 - Importância econômica e utilizações da planta

Mesmo antes da segunda Guerra mundial, em 1939, o óleo de pinhão manso já era utilizado na saboaria e na fabricação de estearina, mas em virtude das necessidades militares, estudos foram desenvolvidos com o intuito de empregar o óleo para outros fins (ARRUDA et al., 2004).

Ultimamente, o pinhão manso é cultivado como cerca viva e, em outros casos é empregado na medicina popular. As sementes, bem como o óleo retirado destas, são frequentemente usadas como purgativo, no tratamento de afecções da pele, hidropisia, gota, paralisia e reumatismo, principalmente nos países tropicais (ABREU et al., 2003; GUBITZ et al., 1999). A planta tem ganhado uma grande importância econômica uma vez que seu óleo é empregado como lubrificante em motores a diesel e na fabricação de sabão e tinta (SUJATHA et al., 2005; FRANCIS et al., 2005). A torta (subproduto da extração do óleo), que contém ainda aproximadamente 8 % de óleo, é re-extraída com solventes orgânicos, geralmente hexano, sendo o farelo residual ensacado para aproveitamento como fertilizante natural, em virtude dos teores elevados de nitrogênio, fósforo e potássio (ARRUDA et al., 2004).

O óleo das sementes de pinhão manso é viscoso e não comestível que além de ser usado para a fabricação de biodiesel também pode ser utilizado para a fabricação de velas e cosméticos (KOCHHAR et al., 2005). O óleo ainda apresenta quantidades de ácidos graxos semelhantes ao de óleos comestíveis. A composição dos aminoácidos, a porcentagem de aminoácidos essenciais e o conteúdo mineral na torta, após extração do óleo, podem ser comparados com a torta de outras oleaginosas usadas como forragem. Porém, devido à presença de substâncias tóxicas nestas tais como ésteres, saponificantes e inibidores de protease, o consumo torna-se impróprio para seres humanos e animais (SUJATHA et al., 2005). Os principais usos do pinhão, além da utilização para produção de óleo vegetal, são medicinais (pinhão-bravo e pinhão manso) e ornamentação e mística (pinhão-roxo) encontrados principalmente em quintais e matas (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002).

2.2.4 - Clima e solo

O pinhão manso encontra-se em locais que apresentam uma altitude variando entre 0 -

500 m e temperaturas acima de 20 °C; desenvolve bem com precipitações anuais acima de 600 mm de chuva.ano⁻¹, pois abaixo dessa marca a planta paralisa seu crescimento, porém conseguindo sobreviver com apenas 200 mm.ano⁻¹ (SATURNINO et al., 2005). De preferência, a época de plantio deve ser ajustada para que a planta receba de 400 mm a 500 mm até o início da floração (TÁVORA, 1982).

Possui facilidade de adaptação a variadas condições climáticas e de fertilidade, mas devem ser cultivado em solos bem estruturados e pouco compactados para que o sistema radicular possa se desenvolver e explorar maior volume de solo, satisfazendo a necessidade da planta em nutrientes (PEIXOTO, 1973).

2.2.5 - Adubação

Pesquisas sobre a nutrição do pinhão manso no Brasil iniciaram-se com mais frequência a partir do ano de 2005-2006. Neste período alguns autores, tais como Arruda et al. (2004); Saturnino et al. (2005) e Augustus et al. (2002), afirmavam que a cultura do pinhão manso, além de estar adaptada a diversas condições edafoclimáticas, era indicada para áreas com restrições em nutrientes. Porém, Laviola e Dias (2008), discordam de tais condições produtivas como sendo as ideais para a cultura com finalidade comercial, segundo os autores, para se obter alta produtividade de frutos, a planta exige solos férteis e com boas condições físicas.

Recentemente, diversos trabalhos foram publicados utilizando diferentes fontes de adubos na cultura do pinhão manso. Lima et al. (2008), avaliaram os efeitos do composto de lixo urbano na composição do substrato para a produção de mudas de pinhão manso em tubetes e concluíram que a adição de 20% de composto no substrato promove um crescimento desejável das mudas de pinhão manso, aumentando significativamente os teores foliares de K, Mg e S. Após avaliar o uso de diferentes fontes de adubação (composto orgânico, composto orgânico enriquecido, esterco bovino e mineral) no crescimento do pinhão manso, Fernandes et al., (2009a), verificaram que o pinhão manso respondeu melhor aos adubos orgânicos e dentre estes aos compostos orgânicos.

O esterco bovino também é um excelente adubo orgânico. De acordo com Alves et al. (2010) e Primo et al. (2010a), a adição de esterco ao solo, promove incremento na altura das plantas de pinhão manso, aumentando significativamente o número de folhas, área foliar e

diâmetro do caule, quando comparado ao tratamento sem adubação. Outra alternativa é a cama de aviário; Soares et al. (2008), utilizando diferentes fontes de adubação, concluíram que as plantas de pinhão manso tiveram a maior estatura nos tratamentos que continham cama de aviário. Frasson et al. (2008) aplicando 10 t ha⁻¹ de cama de aviário, colheram por hectare, 11.134,25 frutos de pinhão manso, produção esta, superior ao obtido com a utilização da adubação mineral.

Torres et al. (2009), verificaram aumento no crescimento caulinar de plantas de pinhão manso com a utilização da adubação orgânica e orgânica+mineral. Para os autores, estes adubos são eficientes para esta cultura, não só pela disponibilização de nutrientes, mas também, pelo fato de proporcionar uma melhor estruturação do solo. Segundo Guimarães (2008) o diâmetro do caule do pinhão manso com a torta de mamona chegou a ser 40,62 % maior em relação à testemunha.

A influência da adubação orgânica e mineral no crescimento inicial do pinhão manso foi estudada por Guimarães e Beltrão (2008b), utilizando nitrogênio (uréia) nas doses de 85; 170; 255 e 340 kg ha⁻¹ e três fertilizantes orgânicos [esterco bovino, biossólido (produto orgânico resultante do tratamento de esgotos) e torta de mamona]. Estes autores concluíram que o pinhão manso nos primeiros 135 dias do seu ciclo, respondeu a adubação orgânica, com os produtos biossólido e torta de mamona, de forma significativa em relação à testemunha sem fertilizantes. As plantas do pinhão manso foram beneficiadas pela adubação, em especial com a NPK mineral, proporcionando um incremento na altura de 96,14% quando comparados com a testemunha, sem o uso de fertilizantes; e que a adubação orgânica, o biossólido e a torta de mamona aumentaram significativamente o crescimento da planta promovendo aumento de crescimento, como traduzido pelas variáveis altura da planta e diâmetro caulinar de respectivamente 40,9% e 40,6% com relação ao controle, sem adubação orgânica.

Para o pinhão manso, ainda não existe uma recomendação de adubação definida. Sabe-se, porém, que o acúmulo de nutrientes pelas folhas segue a seguinte ordem: N > Ca > K > Mg > P > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu; nos frutos: N > K > Ca > P ≥ Mg > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu. A relação N/K nas folhas é de 2,3 enquanto que nos frutos esta relação é de 1,41; indicando que o requerimento por potássio aumenta na fase em que a planta entra em produção (LAVIOLA e DIAS, 2008).

A composição química tanto quanto o acúmulo de nutrientes em folhas e frutos são informações imprescindíveis para se conhecer as exigências nutricionais de uma planta. Posteriormente, estas informações podem servir como subsídio para se estimar a quantidade dos nutrientes a serem fornecidos às plantas por meio da adubação.

Em solos com baixa fertilidade, o pinhão manso apresenta sintomas de deficiência nutricional já nos primeiros meses de vida. Andrade et al. (2007a), avaliando a deficiência de macronutrientes em mudas, verificaram, no 13º dia, após o início do experimento, a manifestação dos primeiros sintomas de deficiência de nitrogênio, com o amarelecimento dos dois primeiros pares de folhas e, após 22 dias, o surgimento de necrose nas bordas das folhas velhas, indicando deficiência de potássio.

De acordo com Santos et al. (2004a), a deficiência de N promove redução no crescimento das plantas, clorosis das folhas pela perda da clorofila e amadurecimento precoce dos frutos, diminuindo a produtividade e a qualidade dos frutos. Quanto ao potássio, há uma redução do crescimento dos brotos e da atividade fotossintética das folhas, levando a baixos índices de produção (FERREIRA et al, 2004a).

Albuquerque et al. (2008a), observaram que o pinhão manso obteve melhores resultados para as variáveis de crescimento aplicando-se 180 kg ha⁻¹ de (NH₄)₂SO₄ mantendo o nível de água disponível no solo em 40%. Quanto ao potássio, Nascimento et al. (2010b), verificaram efeitos negativos da adubação potássica no crescimento inicial do pinhão manso, possivelmente, devido ao teor inicial de potássio contido no solo, que foi de 2,8 meq.kg⁻¹.

Com relação à adubação fosfatada, vale ressaltar que o fósforo (P) é o nutriente mais limitante da produtividade de biomassa em solos tropicais (NOVAIS e SMYTH, 1999). Os solos brasileiros são carentes neste elemento, em consequência do material de origem e da forte adsorção pelo solo (RAIJ et al., 2001), sendo que menos de 0,1% encontra-se em solução (FARDEAU, 1996). Na cultura do pinhão-manso o fósforo é extremamente importante por influenciar na formação das sementes, que é a parte da planta que mais interessa no fornecimento da matéria prima (LAVIOLA e DIAS, 2008).

Algumas pesquisas têm constatado que nos primeiros anos de cultivo, o pinhão manso é muito responsivo à adubação fosfatada (SILVA et al., 2007a; SANTOS et al., 2007). De acordo com Nascimento et al. (2010a), a aplicação de 70 kg ha⁻¹ de fósforo promove efeito significativo

quanto à altura, diâmetro caulinar e área foliar do pinhão manso. Entretanto, Martins et al. (2010), não verificaram efeito significativo de doses crescentes de fósforo (50, 100, 150, 200 e 250% de fósforo da dose recomendada, conforme Prezotti et al. (2007), sobre a variável altura de planta e número de folhas, diferindo apenas entre diâmetro caulinar e área foliar.

No que diz respeito aos micronutrientes, Chaves et al. (2009), conduziram dois experimento, no primeiro, acrescentou doses crescentes de zinco (0; 2; 4; 6 e 8 mg dm⁻³) e no segundo, doses crescentes de cobre (0; 1; 2; 3 e 4 mg dm⁻³). Como resultados, os autores verificaram que o teor de zinco na quarta folha, coletada aos 100 dias, diminuiu em função das doses do elemento aplicadas ao solo e que o teor de cobre na quarta folha, coletada aos 80 e 100 dias após a semeadura, aumentou linearmente com o acréscimo das doses.

Plantas cultivadas em condição de deficiência de zinco, geralmente, produzem sementes com baixo conteúdo e concentração desse nutriente e quando semeadas em solo deficiente, as plântulas são menos vigorosas refletindo em baixo rendimento na colheita (RENGEL e GRAHAM, 1995).

Estudando o efeito da deficiência de micronutrientes (Cu, B, Mn, Fe, Zn e Mo) em mudas de pinhão manso, Andrade et al. (2007b), verificaram, em menos de 30 dias de condução do experimento, plantas com sintomas de deficiência, quanto a boro, ferro, manganês e molibdênio. Para os outros micronutrientes (Zn e Cu), durante o período avaliado, não houve visualização de sintomas característicos.

É importante salientar que a adubação química deve ser realizada após o pegamento das mudas, em cobertura, incorporando os fertilizantes aos primeiros 5 ou 10 cm da cova, sendo que esta deve ser repetida após seis meses. Passado este período, a adubação deve ser feita uma vez por ano, seguindo análise de solo (SATURNINO et al., 2005).

2.2.6 – Uso da Poda

A poda é um trato cultural que pode ser utilizada em plantas de pinhão manso, proporcionando como vantagens: aumento do número de ramos; melhora da arquitetura da planta; aumento da penetração da luz; facilidade na colheita dos frutos, etc. (MELO et al., 2008; CORTESÃO, 1956; RADEN et al., 2009).

O pinhão manso possui desenvolvimento tipo cimeira, com crescimento exponencial, sendo que cada ramo culmina numa inflorescência que dá origem a dois ou três novos ramos. Dessa forma, quanto maior o número de ramos basais, maior o número de inflorescências nos módulos de crescimento (SATURNINO et al., 2005). Como a poda proporciona um aumento no número de ramos, espera-se também, uma maior produtividade.

Contudo, é importante ressaltar que, o uso de podas drásticas, provavelmente proporcionará uma diminuição nas primeiras produções após o corte. Tais informações corroboram com os dados de Devede et al. (2010), que verificaram no primeiro ano de cultivo, redução significativa de produtividade na ordem de 75 %, em relação à testemunha, podando as plantas a 20 cm de altura acima do nível do solo.

Ungaro et al. (2008), também, descrevem reduções de produtividade do pinhão manso podado no município de Tatuí, SP. Os autores avaliaram o pinhão manso sob diferentes espaçamentos até o quarto ano após a poda, indicando não haver vantagens produtivas para o manejo até esse período. A baixa produtividade, também, pode ser explicada pelo estímulo ao desenvolvimento da parte basal das plantas, fisiologicamente mais juvenil. Segundo Hartmann et al. (2002), removendo-se a porção apical da copa, também, suprime-se os sítios de produção de auxinas, responsáveis pela dominância apical, proporcionando condições ótimas para a emissão de brotações laterais resultando em um maior número de ramos imaturos fisiologicamente.

Ávila et al. (2008), descrevem um atraso na floração das plantas que foram podadas no Rio Grande do Sul, o que pode reduzir o rendimento de frutos na primeira safra após a poda. Esses autores destacam que os resultados não são conclusivos, pois se baseiam em dados de floração de apenas um ano após a poda. Mas como o número de ramos nas plantas podadas foram maiores e mais vigorosos, os autores supõem que as produções sejam superiores na segunda safra.

Na Índia, a poda é realizada desde o transplante até o quarto ano (SEVERINO et al., 2006e). De acordo com Melo et al. (2008), neste país e no continente Africano, o corte é comumente realizado a uma altura de 70 a 100 cm. Ainda segundo estes autores, o objetivo da poda é proporcionar redução da altura das plantas, facilitarem a colheita e estimular a emissão de um maior número de ramos secundários produtivos.

Quanto à época, as informações ainda são contraditórias, Reddy e Naole (2009), relatam que a poda deverá ser feita durante o inverno, quando as plantas estão em estado de dormência. Porém, para Franken e Nielsen (2009), o período apropriado é durante a estiagem, após a abscisão foliar, uma vez que, a realização da poda durante a estação chuvosa (com umidade relativa do ar elevada), aumenta os riscos de infecção bacteriana e viral e o ataque de fungos. Segundo Raden et al. (2009), o corte dos ramos deve ser em forma de bisel a uma altura entre 30 e 40 cm acima do solo, o que proporcionará uma produção de sementes de 320,61 a 323,81 g planta⁻¹, respectivamente.

2.2.7 - Produção e produtividade

De acordo com Arruda et al. (2004) e Drumond et al. (2009), a produtividade do pinhão manso varia em função da idade da cultura, região de plantio, fertilidade do solo, método de cultivo e da qualidade genética da planta.

Como todas as espécies arbóreas, nos primeiros anos, o pinhão manso investe principalmente no acúmulo de biomassa não-reprodutivo. Isso leva à baixa produtividade de sementes nos primeiros anos de produção. Dependendo das condições de plantio, esta planta só alcançará uma produtividade máxima e constante quando a mesma atingir a sua maturidade, aproximadamente 5 a 8 anos (ACHTEN et al., 2008).

A produção no primeiro ano de colheita pode alcançar até 500 kg ha⁻¹, dependendo de condições locais, de clima e de solo. No segundo ano de colheita a produtividade aumenta para cerca de 1.500 kg ha⁻¹, passando para aproximadamente 3.000 kg ha⁻¹ no terceiro e subindo para cerca de 5.000 kg ha⁻¹ a partir do quarto ano (BIODIESELBR, 2006). Segundo Drumond et al. (2008), testes conduzidos pela Embrapa Semi-Árido, apontam para a possibilidade de uma safra de pinhão manso de 200-250 kg ha⁻¹, já nos primeiros 7 meses após o plantio.

Uma das principais vantagens do pinhão manso é o fato de ser uma planta perene, dependendo da fertilidade do solo e das condições climáticas, poderá ter uma vida produtiva de 40 anos, mantendo em média, uma produtividade de 2 t/ha/ano (AZEVEDO, 2006; FOIDL et al., 1996).

Para Maes et al (2009c), o pinhão manso não produz bem em regiões com clima árido e semiárido, onde ocorrem precipitações médias anuais inferiores a 944 mm.ano⁻¹. Tais informações contrastam com os dados climáticos de Heller (1996) e Kumar e Sharma (2008) e com os níveis de pluviosidade de Kheira e Atta (2009), onde afirmam que 200 a 300 mm são suficientes para a planta produzir. Francis et al. (2005) e Achten et al. (2008), observaram que em locais com 900-1200 mm.ano⁻¹, a produtividade (5 t/ha/ano) poderá ser o dobro da produzida em condições semiáridas (2 a 3 t/ha/ano). Ainda segundo os autores, plantações de pinhão manso em regiões áridas ou semiáridas podem apresentar uma baixa produtividade, necessitando irrigação suplementar.

Ganhos de produtividade com o uso da irrigação foram confirmados por Drumond et al. (2007). Estes autores colheram 330 kg ha⁻¹ de grãos de pinhão manso em condições de sequeiro e 1.200 kg ha⁻¹ com o uso da irrigação, já no primeiro ano de cultivo em Petrolina-PE. Peixoto (1973), também relata que a água é um fator limitante da produtividade do pinhão manso.

Segundo Silva et al. (2009b), com 25% e 125% de reposição da ETc, há um aumento de 60,45% no número de cachos, 49,88% no peso das sementes, 50,62% no peso dos frutos e 55,21% no número de frutos.

Para Jones e Miller (1992), a produção de sementes varia de 0,4 a mais de 12 t/ha/ano, a partir do quinto ano de cultivo, em condições de sequeiro e irrigado, respectivamente. Em Mali, onde o pinhão manso é plantado em cercas vivas, a produtividade varia de 0,8 a 1,0 kg de sementes por metro linear de cerca viva, isso é equivalente a 2,5 e 3,5 t/ha/ano. (HENNING, 1996).

A produtividade do pinhão manso também é influenciada pela adubação. Drumond et al. (2009) adubando em fundação com 150g de NPK (06:24:12) e em cobertura (seis meses após o plantio) com 150 g planta⁻¹ de NPK (10:10:10), obtiveram no primeiro ano de cultivo, em condições irrigadas, uma produtividade de 2.853 a 3.542 kg ha⁻¹.

Já Silva et al. (2007a), estudando os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada na produção de sementes de pinhão manso, constataram que a aplicação de 240 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅, proporcionaram a máxima produção de grãos (1.538 kg ha⁻¹ ano⁻¹). Os autores também constataram que a aplicação de P elevou a produção linearmente somente a partir

da aplicação de $125 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, e que abaixo dessa dose o aumento da aplicação de doses de P reduziu a produção de grãos de forma linear.

Fernandes et al. (2009b), estudando a influência de diferentes fontes de adubação no primeiro ciclo de produção do pinhão manso, obtiveram as maiores produtividades (em grão) adubando as plantas com composto orgânico enriquecido com pós de rocha ($62,38 \text{ kg ha}^{-1}$), esterco bovino ($55,57 \text{ kg ha}^{-1}$) e composto orgânico ($45,31 \text{ kg ha}^{-1}$). Segundo Coletti et al., (2008b), a produtividade inicial da cultura do pinhão manso em condições irrigadas e de sequeiro (em ambas as condições foram realizadas adubações de fundação e de cobertura com fertilizantes minerais e orgânicos), foi de $92,25 \text{ kg ha}^{-1}$ e $70,8 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente. De acordo com Laviola (2008) apud Devide et al. (2010), para que $1.250 \text{ plantas ha}^{-1}$ venham produzir $2,0 \text{ t ha}^{-1}$, o pinhão manso extrai em kg ha^{-1} : 48,7 de N; 9,5 de P ; 34,5 de K; 19,3 de Ca e 8,9 de Mg.

Outro fator que também influencia na produtividade é a genética. O pinhão manso não está cadastrado no Registro Nacional de Cultivares (RNC) e, para que a cultura realmente cumpra todas as expectativas de produtividade, faz-se necessário a implantação de programas de melhoramento genético (BORÉM, 2001).

2.3 – Compostagem

Para Kiehl (2004), composto é um fertilizante orgânico preparado a partir de resíduos orgânicos (vegetal e animal) através do processo denominado compostagem, onde a matéria orgânica é transformada em substâncias húmicas (adubo orgânico estável) através da decomposição biológica aeróbica (JAHNEL et al., 1999).

Gomez (1998) ressalta alguns benefícios do processo de compostagem: fornecimento de nutrientes às plantas, melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, redução do volume inicial de resíduos e degradação de substâncias tóxicas e/ou patógenos. Imbeah (1998), acrescenta a importância da conversão de N amoniacal para formas nitrogenadas estáveis.

De maneira geral, todos os restos orgânicos podem ser utilizados no preparo de compostos: restos vegetais fibrosos (palhadas, sabugos de milho triturados, cascas de milho, arroz, feijão, folhas secas, bagaços, restos de podas, etc.) e resíduos ricos em nitrogênio (mais comumente, aqueles de origem animal, tais como esterco fresco, camas de animais, resíduos de

frigorífico ou tortas de oleaginosas, leguminosas, etc.) os quais irão facilitar a fermentação (MATOS et al., 1998).

Durante a compostagem ocorrem duas fases denominadas de degradação ativa (termofílica) e maturação ou cura (mesofílica), embora alguns autores dividam esse mesmo processo em três fases distintas conhecidas como decomposição, semicura e maturação ou humificação (PEREIRA NETO, 1996; SILVA et al., 2009a).

A fase termofílica ocorre quando há uma elevação da temperatura (45 a 65 °C) decorrente da eficiente taxa de degradação da matéria orgânica, o que resulta em: redução da massa enleirada de até 50% pela perda de matéria orgânica na forma de CO₂, produção de ácidos húmicos, fúlvicos e humina e eliminação de microorganismos patogênicos (JEONG e KIM, 2001; SILVA et al., 2009a).

A fase mesofílica ocorre em temperaturas variando entre 30 °C a 45 °C, durante grande parte da fase, caindo para 25 °C a 30 °C no final do processo (ORRICO et al., 2007). É o estágio final da degradação da matéria orgânica, com a humificação e a produção de composto com desejáveis propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas (PEREIRA NETO e STENTIFORD, 1992; KIEHL, 2004).

No entanto, para que todo o processo de compostagem seja realizado de maneira adequada é necessário que alguns fatores sejam monitorados, a fim de que o processo ocorra dentro dos padrões. Os principais fatores que influenciam no processo de compostagem são: a temperatura, os microrganismos, umidade, aeração, granulometria e relação carbono/nitrogênio (C/N) (KIEHL, 2004).

- A Temperatura: os microrganismos possuem metabolismo exotérmico, isto é, realizam a decomposição da matéria orgânica gerando calor e elevando a temperatura da leira. O primeiro indício de que a decomposição se iniciou, após a montagem das leiras, é a elevação da temperatura.
- Os Microrganismos: principais responsáveis pela transformação da matéria orgânica crua em húmus. No início da decomposição, na fase mesófila (40° a 50°C), predominam as bactérias e os fungos produtores de ácidos orgânicos e de pequenas quantidades de ácidos minerais. Os actinomicetos geralmente só agem na decomposição da matéria orgânica em um estágio mais

avanzado, no pátio de compostagem.

- A Umidade: sendo um processo biológico de decomposição da matéria orgânica, a presença de água é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos organismos, os quais não vivem na sua ausência. A umidade ideal para que os microrganismos possam realizar suas atividades é de 55%. O excesso de umidade de um material em compostagem pode ser reduzido por meio de revolvimentos frequentes.
- A Aeração: tem por finalidade básica suprir a demanda de oxigênio requerida pela atividade microbiológica. O calor resultante da matéria orgânica, principalmente devido à oxidação do carbono, é retido na leira. Durante o revolvimento o calor é liberado para o meio ambiente na forma de vapor.
- A Granulometria: o tamanho das partículas tem grande importância no processo de compostagem, governando os movimentos de gases e líquidos nas leiras. Na compostagem do resíduo sólido uma importante característica física desse resíduo e que afeta o processo, é o tamanho das partículas. Quanto menor a partícula, maior é a superfície que pode ser atacada e digerida pelos microrganismos, e mais rápida a decomposição da matéria orgânica.
- Relação carbono/nitrogênio (C/N): A relação ideal encontra-se entre 25/1 a 35/1, valores abaixo do ideal indicam perda de nitrogênio na forma de gás de amônia e uma relação C/N alta, uma elevação no tempo de compostagem.

Existem inúmeras pesquisas realizadas quanto à incorporação de aditivos (gesso agrícola, superfosfato simples, basalto, mica, rochas fosfáticas, potássicas, entre outras) nas pilhas de compostagem, as principais vantagens são: melhoria na qualidade do composto orgânico mediante o enriquecimento mineral e por controlar as perdas de amônia por volatilização durante o processo de compostagem (PROCHNOW et al., 1995; SIKORA, 2004; BISWAS e NARAYANASAMY, 2006; ODONGO et al., 2007; NISHANTH e BISWAS, 2008).

Geralmente, as recomendações técnicas para enriquecimento de composto têm focado apenas a minimização da perda de N na forma amoniacal pela adição de fontes de P (KIEHL, 1985) e sulfato de cálcio (KIEHL, 1985; PROCHNOW et al., 1995). A adição de fosfatos contribui para formação de compostos estáveis de N como os fosfatos monoamônico e diamônico e a adição de sulfato de cálcio para formação do sulfato de amônio, possibilitando, deste modo,

redução das perdas de N das medas e a conseqüente poluição do ar, bem como a obtenção de composto orgânico com maiores teores de N (KIEHL, 1985).

A disponibilidade dos nutrientes presentes nos minerais ocorre quando os microorganismos liberam ácidos orgânicos que, por sua vez, decompõe a rocha (GRINSTED et al., 1982). Assim, os microorganismos funcionam como catalisadores na decomposição dos minerais formando ligantes orgânicos (complexos) com ligações do tipo metal-oxigênio (BANFIELD et al., 1999). Temperaturas elevadas e a presença de ácidos carbônicos provenientes da respiração microbiana também favorecem a dissolução dos minerais (BARKER et al., 1997; HARLEY e GILKES, 2000).

A disponibilidade dos nutrientes presentes nos compostos enriquecidos com pós de rocha, também dependerá da solubilidade dos mesmos. Desta forma, não é possível garantir que esse composto suprirá as necessidades nutricionais das plantas cultivadas. Para tanto, se faz necessário avaliar agronomicamente o seu potencial de utilização comparando-os à adubação química convencional.

2.4 – Biodiesel

2.4.1 – O óleo de mamona e de pinhão manso

As sementes de pinhão manso contêm aproximadamente 35 % de óleo que pode ser convertido em biodiesel por um processo chamado transesterificação na qual um álcool simples (por exemplo, metanol) substitui moléculas de glicerol do óleo vegetal.

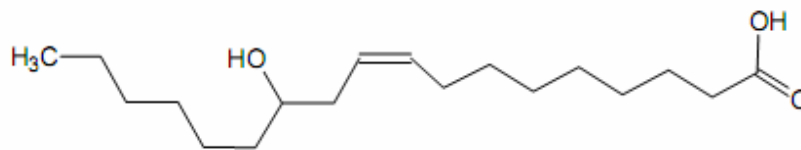
O rendimento do biodiesel é de aproximadamente 91 % do peso inicial do óleo de *Jatropha*, (FOIDL et al., 1996). As propriedades físicas e químicas do biodiesel produzidas de *Jatropha* estão de acordo com os padrões internacionais para o produto (Tabela 4) (GUBITZ et al., 1999). Tais propriedades fazem com que o desempenho de máquinas que utilizam o biodiesel seja comparável com o diesel fóssil com a vantagem de diminuir a emissão de vários contaminantes tais como: monóxido de carbono, sulfatos, NOx, matéria particulada, etc. (KORBITZ, 1999; PETERSON e HUSTRULID, 1998).

Tabela 4. Parâmetros importantes do óleo de *Jatropha* cru e transesterificado.

Parâmetro	Óleo de <i>Jatropha</i> cru	Óleo de <i>Jatropha</i> transesterificada	Padrão de EDIN 51606
Densidade (g cm ⁻³ em 15 °C)	0,920	0,879	0,875-0,890
Ponto flash (°C)	240	191	>110
Nº de cetane (ISO 5165)	-	51	>49
Viscosidade (mm ² s ⁻¹ em 30 °C)	52	4,84	3,5-5 (40 °C)
Nº de neutralização (mg KOH g ⁻¹)	0,92	0,24	<0,50
Glicerina total (% em peso)	-	0,088	<0,250
Glicerina livre (% em peso)	-	0,015	<0,02
Fósforo (ppm)	290	17,5	<10
Sulfato em cinza (% em peso)	-	0,014	<0,03
Metanol (% em peso)	-	0,06	<0,3

Referência: Foidl et al. (1996).

O óleo da mamona, conhecido no Brasil como *óleo de rícino* e, internacionalmente, como *castor oil*, diferencia-se dos demais óleos vegetais por apresentar em sua composição cerca de 90% de triglicerídeo, em particular do ácido ricinoléico, cuja fórmula molecular é CH₃(CH₂)₅CH(OH)CH₂CH=CH(CH₂)₇COOH (SAVY FILHO et al., 1999a; FREIRE, 2001), representado conforme a Figura 1.

**Figura 1.** Estrutura química do ácido ricinoléico.

Estão presentes na sua composição química três grupos funcionais altamente reativos: um grupo carboxila no carbono 1, uma dupla ligação no carbono 9 e a hidroxila no carbono 12, que, juntas, permitem qualidades específicas à produção de uma infinidade de produtos industriais (BELTRÃO, 2003). A presença do grupo hidroxila confere ao óleo alta viscosidade, estabilidade em variadas condições de pressão e temperatura e propriedade exclusiva de solubilidade em álcool a frio (temperatura ambiente), o que explica sua alta densidade e viscosidade.

No que diz respeito às propriedades físico-químicas da mamona, Oliveira e Santos (2007) afirmam que o óleo desta apresenta características adequadas para a fabricação do biodiesel, com a vantagem de reduzir sensivelmente a emissão de gases causadores do efeito estufa (Tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros Físico-químicos do óleo de mamona.

Análises	Resultados
Aspecto	Esverdeado
Cor ASTM	2,5
Cinzas (%)	0,6
Densidade (20°C)	0,994
Índice de Acidez (mgKOH/g óleo)	2,4
Índice de Iodo	28,29
Índice de Saponificação (mgKOH/g óleo)	163
Índice de Refração	1,395
Umidade (%H ₂ O)	6,7
pH	12,56
Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	484,7

Fonte: Oliveira e Santos (2007).

A composição química do óleo de mamona tem variações de acordo com a variedade e região de cultivo (FORNAZIERI JUNIOR, 1986). As características físicas são dependentes da forma de obtenção do óleo. Na Tabela 6 encontram-se as especificações internacionais do óleo de mamona.

Tabela 6. Especificações internacionais do óleo de mamona.

Especificações	British standard first quality ⁽¹⁾	U.S. n° 1	A.O.C.S
Índice de acidez (mg KOH/g)	4 máx.	3 máx	4 máx
Índice de saponificação (mg KOH/g)	177 - 187	179 - 185	176 - 187
Índice de iodo (g I/100 g)	82 - 90	82 - 88	81 - 91
Índice de R-M	-	-	Abaixo de 0,5
Índice de polenske	-	-	Abaixo de 0,5
Índice de acetila	140 min.	-	144 - 150
Índice de hidroxila	156	-	161 - 169
Insaponificáveis (%)	1,0 máx.	0,5	Abaixo de 1
Índice de refração, 20°C	1,477 - 1,481	-	1,473 - 1,477
Índice de refração, 40°C	-	-	1,466 - 1,4773
Gravidade específica a 15,5/15,5°C	0,958 - 0,969	0,961-0,963	0,958 - 0,968
Viscosidade a 25°C ⁽²⁾	-	U ± ½	-
Cor	2,2Y - 0,3R máx	3 máx	-
Temp. crítica da solução em etanol (°C)	Abaixo de 0°C	-	-

(1) BSS Indiano e BSS Brasileiro, conforme as especificações; (2) Gardner-Holdt

Nota: Graus de especificações comumente reconhecidos internacionalmente, primeiros graus em geral, produzidos por prensagem a frio e outros graus extraídos de Torta prensada e resíduos similares. Fonte: Weiss, (1983) citado por Freire (2001),

A extração do óleo é feita a partir da semente completa (sem descascar) ou da baga (amêndoa), utilizando-se prensagem a frio ou a quente, ou extração por solvente (COSTA et al.,

2004 e BALIZA et al., 2004), resultando em três tipos de óleos, após refino, conforme (SANTOS et al., 2001):

“Óleo industrial nº 1: tipo comercial ou standart, límpido, brilhante, com o máximo de 1% de acidez e de 0,5% de impurezas e umidade, de coloração amarelo-claro; Óleo Industrial nº 3: tipo comercial, com acidez maior que 3% e impureza maior que 1%, com cor variando de amarelo-escuro ao marrom-escuro e verde escuro; Óleo Medicinal 1: também denominado extrapale, por ser praticamente incolor, é absolutamente isento de acidez e de impurezas, e brilhante.”

Segundo Coelho (1979) apud Santos et al. (2001), de cada 100 kg de semente de mamona se obtém, em média, 45 kg de óleo (36 kg são do tipo 1, obtidos por prensagem e 9 kg são do tipo 3, obtidos por extração com solvente químico) e 50 kg de farelo e torta.

2.4.2 – Características físico-químicas dos óleos de mamona e pinhão manso.

2.4.2.1 – Umidade

Umidade do óleo é definida como sendo o valor percentual de água não combinada na amostra. Óleo com baixo percentual de umidade apresenta melhor qualidade, maior durabilidade e viscosidade (VIEIRA, 1994). Em excesso, a umidade favorecer a reação de hidrólise, a qual quebra as ligações do ester, ocorrendo a formação de ácidos graxos livres e aumento da acidez, favorece a saponificação, consumindo o catalisador e reduzindo a eficiência da reação de transesterificação alcalina (DOURADO, 2000; SAMPAIO, 2003)

Segundo Santos et al. (2001) considera-se que o óleo está dentro das especificações para a produção de biodiesel, quando a umidade está abaixo de 0,5% e a acidez abaixo de 2 mg de KOH/g óleo.

2.4.2.2 – Densidade

Densidade de uma substância é a relação existente entre o peso de um determinado volume de matéria e o peso de igual volume de água medido à mesma temperatura (CHOI et al.,

2005/2006). O óleo de mamona e de pinhão manso possui densidade inferior a da água. A variação é pequena, mas vale ressaltar que a densidade de ácidos graxos cresce com o aumento do número de átomos de carbono na cadeia e decresce com o número de insaturações (RIBEIRO, 2006).

2.4.2.3 – Viscosidade

A viscosidade traduz o grau de atrito ou resistência que um líquido oferece ao escoamento. É de considerável influência no mecanismo de atomização do jato de combustível, ou seja, no funcionamento do sistema de injeção do motor. (STOURNAS et al., 1995; ZAGONEL e RAMOS, 2001). A viscosidade de um óleo aumenta proporcionalmente com o tamanho das cadeias dos ácidos graxos e diminui com o número de insaturações (RIBEIRO, 2006).

De acordo com Choi et al., (2005/2006) e Santos (2008b), pode ser medida utilizando um viscosímetro segundo norma da ASTM D445 conhecendo-se o tempo que certa quantidade de fluido leva para escoar através de um pequeno tubo (capilar) a uma temperatura constante (Figura 2).

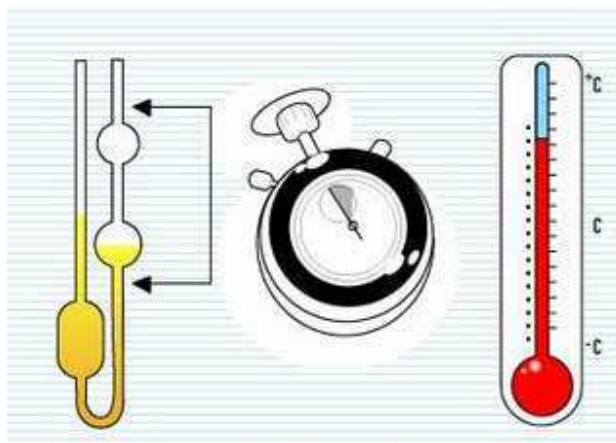


Figura 2. Viscosímetro utilizado para determinação da viscosidade segundo norma da ASTM D445.

2.4.2.4 – Índice de acidez

É o número de hidróxido de sódio ou potássio, em mg, necessário para neutralizar os ácidos livres presentes em um grama de amostra (MENDONÇA et al., 2008; VIEIRA et al., 2009).

O índice de acidez está diretamente relacionado com a natureza e qualidade da matéria-prima. Seu valor varia conforme o grau de maturação e das condições de armazenamento das sementes ou frutos usados na extração do óleo, da temperatura, do processo de extração e das condições de armazenamento. Isto porque, a decomposição dos glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz, que por sua vez, promove a rancidez pela formação de ácido graxo livre (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004).

Procura-se utilizar óleos com baixo valor de índice de acidez ($\leq 3\%$, expresso em mg KOH g⁻¹ de amostra), isto porque, ácidos graxos livres podem reagir com o catalisador (catálise básica) formando sabões que dificultarão a separação do produto processado (SILVA, 2008).

2.4.2.5 – Índice de iodo

Segundo Costa (2006), índice de iodo é o número de gramas de iodo absorvido por 100g de amostra (gordura ou óleo), expresso em termos do número de centigramas de iodo absorvido por grama da amostra (% de iodo absorvido).

Este parâmetro é um indicador do grau de insaturação dos ácidos graxos presentes na gordura, quando as duplas ligações não são “conjugadas” e nem se situam em posições adjacentes a carboxila, pois nesses casos a adição de halogênio é incompleta, ou seja, não é quantitativa (COSTA, 2006). Quanto maior a insaturação de um ácido graxo, maior será a sua capacidade de absorção de iodo e, conseqüentemente, maior será o índice de iodo (MORETTO, 1989; MENDONÇA et al., 2008; SILVA, 2008).

Segundo CECCHI (2003), esta determinação é importante para a classificação de óleos e gorduras e para o controle de alguns processamentos. Para cada óleo existe um intervalo característico do valor do índice de iodo; cujo valor também está relacionado com o método empregado em sua determinação, geralmente pelo método de Hubl, Wijs, que é utilizado e

laboratórios oficiais de vários países enquanto o método de Hanus é e laboratórios de indústrias e nas análises para fins comerciais.

2.4.2.6 – Índice de saponificação

Índice de saponificação é o número de miligramas de hidróxido de potássio (KOH) ou de hidróxido de sódio (NaOH) necessários para saponificar os ácidos graxos, resultantes da hidrólise de um grama da amostra (COSTA, 2006; SANTOS, 2008b).

Este parâmetro é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídeos, ou seja, quanto menor o peso molecular do ácido graxo, tanto maior será o índice de saponificação (MORETTO e FETT, 1998; SANTOS, 2008b).

O índice de saponificação não deve ser usado para identificar o óleo, pois muitos óleos possuem índices muito semelhantes CECCHI (2003). Esta determinação é útil para a verificação do peso molecular médio da gordura e da adulteração por outros óleos com índice de saponificação bem diferentes.

2.4.2.7 – Índice de peróxido

O Índice de peróxido determina todas as substâncias (em termos de miliequivalentes de peróxido por 1 Kg de óleo ou gordura) que oxidam o iodeto de potássio (SANTOS, 2008b). Essas substâncias são geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares resultantes da oxidação de gorduras (MENDONÇA et al., 2008).

A sua determinação é simples, os peróxidos orgânicos formados no início da rancificação, devido a sua ação oxidante, atuam sobre o iodeto de potássio liberando iodo que será titulado com tiosulfato de sódio, em presença de amido como indicador (MORETTO e FETT, 1998).

Conforme CECCHI (2003), este é um dos métodos mais utilizados para medir o estado de oxidação de óleos e gorduras. Altos valores de índice de peróxido indicam uma alta possibilidade de deterioração oxidativa.

2.4.2.8 – Ácidos graxos

Óleos vegetais são triésteres da glicerina originados da condensação da glicerina com ácidos graxos, cujas cadeias laterais de ácidos graxos têm números de carbonos variando entre dez e dezoito, com valor médio de quatorze a dezoito para os tipos de óleos mais abundantes. Os triglicídios, ésteres do glicerol com ácidos graxos saturados ou insaturados, constituem a classe de óleos vegetais mais abundantes e a de maior importância devido ao uso alimentar e industrial (DANTAS, 2006; RAMOS et al., 2003).

Os óleos são líquidos, e as gorduras são sólidas à temperatura ambiente. Esta diferença física está relacionada a proporção das cadeias de ácidos graxos presentes nas moléculas de triacilglicerídeos. Os óleos são formados principalmente por ácidos graxos insaturados, enquanto as gorduras por ácidos graxos saturados (MORETTO e FETT, 1998). Embora haja inúmeras possibilidades de ocorrências de ácidos graxos na natureza devido à grande variabilidade de cadeias carbônicas, funções orgânicas presentes e insaturações, há alguns tipos de ácidos graxos mais comumente encontrados em óleos vegetais. A Tabela 7 ilustra os principais ácidos graxos constituintes dos óleos de algumas oleaginosas.

Tabela 7. Valores de ácidos graxos (%) das principais oleaginosas.

Oleaginosa	Principais Ácidos Graxos ^(a)									
	C10	C12	C14	C16	C18	C16:1	C18:1	C18:1(OH)	C18:2	C18:3
Soja ^(b)	-	-	0,3	7-11	2-5	0-1	22-24	-	50-60	2-10
Girassol ^(c)	-	-	-	11,3	-	-	23,1	-	65,1	0,2
Colza ^(c)	-	-	-	6,3	-	-	60,3	-	20,1	9,5
Amendoim ^(b)	-	-	0,5	6-11	3-6	1,0	10-18	-	1-2	-
Pinhão manso ^(d)	-	-	-	14,3	5,1	1,3	41,1	-	38,1	0,2
Mamona ^(d)	-	-	-	1-1,5	0,8-1,6	-	3-5	85-89	3-6	0-0,3
Palma ^(b)	-	-	1-6	32-47	1-6	-	40-52	-	2-11	-
Caroço de palma ^(b)	3-7	45-52	14-19	6-9	1-3	0-1	10-18	-	1-2	-
Indaiá ^(d)	10	43-45	10-11	6-7	2,5-3	-	9-13	-	2,0	-
Buriti ^(d)	-	-	-	16,3	1,3	-	79,2	-	1,4	1,3
Piqui ^(d)	-	-	-	35,8	2,4	2,7	54,0	-	4,7	1,0
Babaçu ^(d)	6,2	41,5	12,0	8,4	3,0	-	19,8	-	3,4	-
Sebo ^(b)	0,2	2-3	25-30	21-26	2-3	39-42	-	-	2,0	-

^(a)C10 – ácido decanóico (cáprico), C12 – ácido dodecanóico (láurico), C14 – ácido tetradecanóico (mirístico), C16 – ácido hexadecanóico (palmítico), C18 – ácido octadecanóico (esteárico), C16:1 – ácido hexadec-9-enóico (palmitoleico), C18:1 – ácido octadec-9-enóico (oléico), C18:2 – ácido octadec-9, 12-dienóico (linoléico), C18:1OH – ácido 8-hidroxi-octadec-9-enóico (ricinoleico), C18:3 – ácido octadec-9,12,15-trienóico (linolênico); ^(b)Morrison e Boyd (1973); ^(c)Oliveira e Vieira (2004); ^(d)Brail (1985).

Conforme a espécie de oleaginosa, variações na composição química do óleo vegetal são expressas por variações na relação molar entre os diferentes ácidos graxos presentes na estrutura. Portanto, a análise da composição de ácidos graxos constitui o primeiro procedimento para a avaliação preliminar da qualidade do óleo bruto e/ou de seus produtos de transformação e isto pode ser obtido através de vários métodos analíticos tais como a cromatografia líquida de alta eficiência (PLANK e LORBEER, 1994), a cromatografia em fase gasosa (MITTELBACH et al., 1996) e a espectroscopia de ressonância magnética nuclear de hidrogênio (GELBARD et al., 1995).

2.5 – Principais culturas utilizadas para a produção de biodiesel

Todos os óleos vegetais (da categoria dos óleos fixos ou triglicerídeos) podem ser transformados em biodiesel (RAMOS et al., 2003). Assim, podem ser empregados como matéria-prima para a produção de biodiesel, os óleos das seguintes espécies vegetais: soja; polpa de dendê; caroço de algodão; girassol; amendoim; mamona; pinhão manso; babaçu; sementes de canola, maracujá, abacate, linhaça, tomate, dentre muitos outros vegetais em forma de sementes, amêndoas ou polpas (FAGUNDES et al., 2005).

A escolha da oleaginosa varia de acordo com os cultivos e aptidões regionais, teor em óleo, produtividade por unidade de área, ciclo de vida da planta, entre outros (RAMOS et al., 2003). Por esse motivo trabalhos realizados por RODRIGUES, et al., 2006 e LIMA, et al., 2007b têm procurado determinar as melhores opções para cada região brasileira.

As principais culturas apontadas até o momento, podem ser observadas na Figura 3 (MOERI, 2005), onde as culturas de destaque da Região Norte, são: o dendê e o babaçu; enquanto no Nordeste, têm-se o babaçu, mamona e algodão. A soja sobressai nas outras três Regiões (Sul, Centro-Oeste e Sudeste), enquanto o girassol e o amendoim são mais indicados para a Região Sul. Segundo Arruda et al. (2004), o pinhão manso também é outra cultura que pode ser aproveitada na região semiárida nordestina.



Figura 3. Atlas do biodiesel – potencialidade brasileira para produção e consumo de combustíveis vegetais (MOERI, 2005).

A Tabela 8 indica as espécies com potencial para produção de óleo, considerando as regiões produtoras e valores de produtividade. Pode-se observar que o óleo de pinhão manso se destaca entre as demais oleaginosas, pois apresenta um excelente rendimento por hectare e alta percentagem de óleo por fruto.

Tabela 8. Características de algumas culturas oleaginosas com potencial de uso energético.

Espécie	Produtividade (toneladas/ha)	Porcentagem de Óleo	Ciclo de vida	Regiões produtoras	Tipo de cultura quanto à mecanização	Rendimento (tonelada óleo/ha)
Dendê (Palma)	15 a 25	20	Perene	BA e PA	Intensiva	3 a 6
Girassol	1,5 a 2	38 a 48	Anual	GO, MS, SP, RS e PR	Mecanizada	0,5 a 0,9
Mamona	0,5 a 1,5	43 a 45	Anual	NORDESTE	Intensiva	0,5 a 0,9
Pinhão Manso	2 a 12	50 a 52	Perene	NORDESTE e MG	Intensiva	1 a 6
Amendoim	1,5 a 2	40 a 43	Anual	SP	Mecanizada	0,6 a 0,8
Soja	2 a 3	17	Anual	MT, PR, RS, GO, MS, MG, e SP	Mecanizada	0,2 a 0,4
Algodão	0,86 a 1,4	15	Anual	MT, GO, MS, BA e MA	Mecanizada	0,1 a 0,2

Fonte: Adaptado de Meirelles (2003).

2.6 - Importância do biodiesel no desenvolvimento sustentável

O biodiesel pode ser um importante produto para exportação e para a independência energética nacional, associada à geração de emprego e renda nas Regiões mais carentes do Brasil. Analisando a Tabela 9, percebe-se que o Brasil importou cerca de 22,3 milhões de barris de óleo diesel no ano de 2006 o que representou 9% da parcela importada e uma despesa no balanço de pagamentos de pelo menos 1,7 bilhões de dólares. Assim, estimular o consumo de energias alternativas se traduz num incontestável fator para o desenvolvimento econômico do país.

Tabela 9. Produção, importação, exportação e consumo de óleo diesel no Brasil.

Ano	Produção (barris)	Importação (barris)	Exportação (barris)	Parcela importada (%)	Despesas com importação (US\$ mil)
2001	208.053.998	41.420.368	462.043	20	1.214.037.231
2002	207.505.006	40.065.553	102.836	19	1.084.175.951
2003	214.815.432	24.016.818	768.854	11	791.812.091
2004	240.599.959	16.949.196	405.865	7	826.764.646
2005	241.506.721	14.915.091	1.892.939	6	1.019.636.016
2006	243.166.799	22.297.889	3.785.442	9	1.746.709.380

Fonte: Agência Nacional do Petróleo (ANP) (2008).

No Brasil, a produção de biomassa e a sua utilização como combustível têm uma longa tradição. Há mais de três décadas foi implantado o Programa Nacional de Álcool – PROALCOOL para abastecer com etanol, de forma extensiva, veículos movidos a gasolina. Segundo Moeri (2005), este programa vem dando frutos, atualmente, o custo de produção do

álcool brasileiro é o mais baixo do mundo, competindo diretamente com o preço atual do óleo cru convencional.

Contudo, a produção de etanol não é, e nem será, a única alternativa energética explorável no Brasil. A sua imensa extensão territorial, associada às excelentes condições edafo-climáticas e a grande diversidade de oleaginosas, entre elas a mamona e o pinhão manso (que além de ser a melhor opção do semi-árido nordestino, apresentam-se também como alternativas às demais regiões do país), faz deste país um paraíso para a produção de biomassa para fins alimentares, químicos e energéticos.

As matérias-primas e os processos para a produção de biodiesel dependem da região considerada. As diversidades sociais, econômicas e ambientais geram distintas motivações regionais para a sua produção e consumo. Como é sabido, a Região Nordeste caracteriza-se por ser uma das regiões com maiores níveis de carência de recursos e de desenvolvimento social e econômico. Portanto, implantar uma cultura oleaginosa com potencial para a produção de biodiesel em uma região de atividade econômica incipiente, de clima nem sempre favorável ao cultivo de gêneros alimentícios, que gere renda, que combata a exclusão social, a miséria e o analfabetismo constitui-se, por si só, em um desafio para a capacidade humana de criar soluções economicamente viáveis e socialmente justas (FOSTER e MURTA, 2007).

O semiárido nordestino localiza-se no centro da região Nordeste, a qual abrange quase todos os estados do Nordeste e o norte de Minas Gerais. Segundo a nova delimitação do Ministério da Integração Nacional – MI (2005) ocupa 69,2 % do território desta região, com uma área de 969.589,4 km² (Figura 4) e uma população com mais de 20 milhões de habitantes, distribuída por 1.133 municípios, pertencentes a nove Estados: Piauí (127); Ceará (150); Rio Grande do Norte (147); Paraíba (170); Pernambuco (122); Alagoas (38); Sergipe (29); Bahia (265) e Minas Gerais (85).



Figura 4. Nova área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, Fonte: MI (2005)

As características naturais determinantes dessa região, segundo a SUDENE (2008), são:

- a) Balanço hídrico negativo, resultante de precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 mm, que ocorrem de forma irregular e concentradas num curto período de 3 a 5 meses, tornando-a a região brasileira mais atingida pelas secas;
- b) Topografia acidentada e alta refletividade da crosta, que se constituem nos principais fatores locais inibidores da produção de chuvas;

- c) Alta insolação, com média de 2800 h/ano, evaporação de 2.000 mm/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%;
- d) Temperaturas relativamente altas, com médias anuais de 23° a 27° C;
- e) Ecossistema dominado pela caatinga e constituído por vegetação com elevado grau de xerofilismo;
- f) Solos arenosos ou areno-argilosos, pobres em matéria orgânica, rasos e pedregosos, derivados, principalmente, de rochas cristalinas, as quais provocam a impermeabilidade do solo e restringem a possibilidade de acumulação de água às zonas fraturadas;
- g) Rios temporários, em consequência da escassez das precipitações pluviométricas e da reduzida capacidade de retenção de água no solo, sendo o rio São Francisco a única exceção, pelo fato de ter suas cabeceiras fora da região semiárida.

Nessa região, as culturas energéticas podem se basear em lavoura de sequeiro, isto é, sem irrigação. É o caso da mamona e do pinhão manso, que podem conviver com o regime pluviométrico do semi-árido. A mamoneira adapta-se muito bem ao clima e às condições de solos do semi-árido. Estudos realizados pelo Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, da Embrapa, vêm disponibilizando cultivares da mamona de alta produtividade (OLIVEIRA, 2005).

A lavoura da mamona presta-se à agricultura familiar, podendo apresentar economicidade elevada. A torta resultante da extração do óleo de mamona apresenta-se como ótimo adubo, encontrando aplicações na fruticultura, horticultura e floricultura, atividades importantes e crescentes nos perímetros irrigados nordestinos.

Essa região possui mais de dois milhões de famílias que, habitualmente, convivem com a fome e que se tornam, periodicamente, flageladas das secas. Portanto, a grande e forte motivação para um programa de biodiesel no Nordeste reside na possibilidade de erradicar ou minorar a miséria do campo por meio de assentamentos familiares.

Acredita-se que as regiões mais carentes do Brasil poderão vir a ser grandes produtoras de biodiesel. 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 mudanças climáticas.

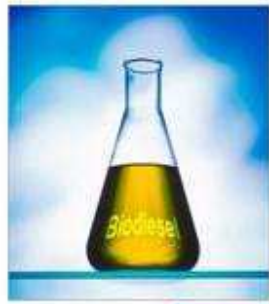
A produção de biodiesel é estratégica para o Brasil e pode significar uma revolução no

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

campo, gerando emprego, renda e desenvolvimento para todo o País, especialmente para o Nordeste.

2010

Capítulo 3 – Material e métodos



Josely Dantas Fernandes
Programa de Pós-graduação em
Recursos Naturais

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Localização e caracterização da área experimental

A área experimental está localizada na propriedade rural Jacaré a $6^{\circ} 53' 00''$ de latitude Sul, longitude de $36^{\circ} 02' 00''$ a Oeste do meridiano de Greenwich, altitude de 480 m acima do nível do mar e distante a 1 km do município de Remígio-PB, (Figura 5). A propriedade Jacaré faz parte da comunidade rural Jacaré formada por 65 famílias cuja principal fonte de renda é a agropecuária.

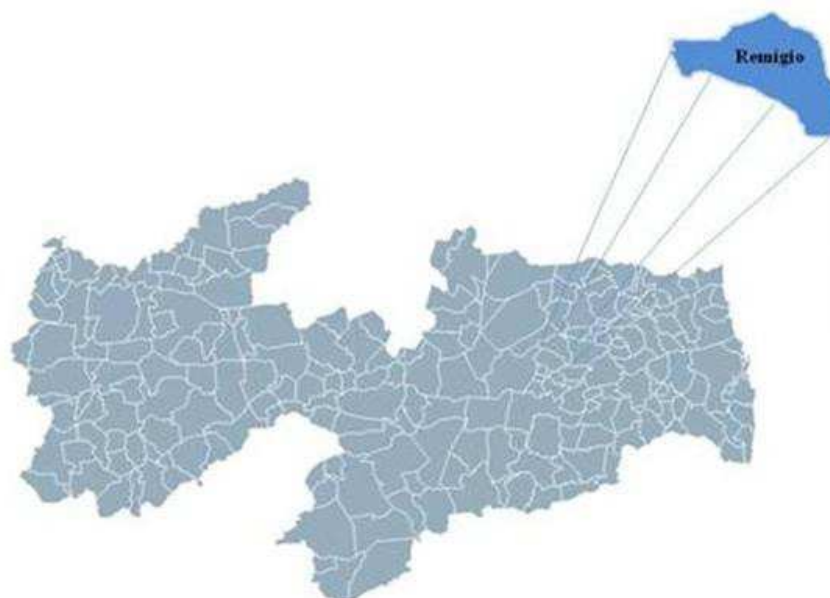


Figura 5. Localização do município de Remígio/PB.

Na Figura 6 são apresentados os dados de precipitação segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, para o período de condução dos experimentos.

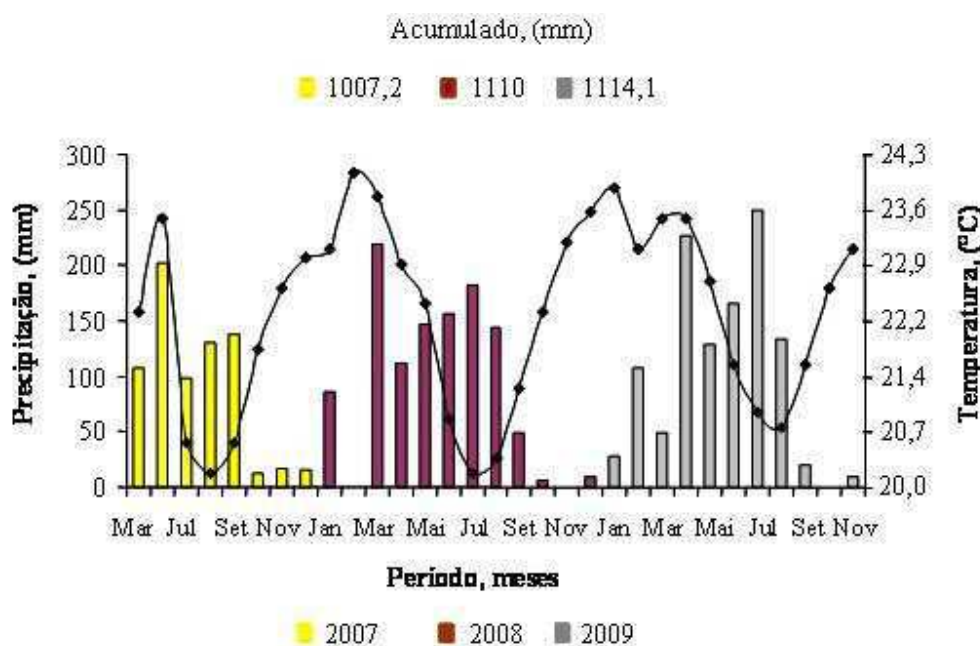


Figura 6. Médias mensais da precipitação pluvial e temperatura, registrada durante a condução dos experimentos no município de Remígio no período de maio de 2007 a novembro de 2009 segundo dados da AESA.

O clima está classificado, conforme Koppen (BRASIL, 1971), em As', isto é, quente e úmido com chuvas de outono-inverno, com pluviosidade média anual de 700 mm e déficit acentuado durante quatro a cinco meses. As precipitações totais ocorridas durante a condução dos experimentos foram 1.280,6 mm e 537,3 mm para o primeiro (maio de 2007 a maio de 2008) e segundo ciclo (junho de 2008 a outubro de 2008) de cultivo da mamoneira, respectivamente, e de 2.052,6 mm e 1.178,7 mm para o primeiro (maio de 2007 a agosto de 2008) e segundo ciclo (setembro de 2008 a novembro de 2009) de cultivo do pinhão manso, respectivamente.

3.2 - Coleta e análise química do solo (Características do solo da área experimental)

O solo predominante na área experimental (Figura 7), pertence à classe dos NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Eutrófico (NASCIMENTO et al., 2010c). Segundo Tito et al. (1997) esses solos apresentam textura arenosa, baixa capacidade de adsorção de nutriente e baixo teor de matéria orgânica e nitrogênio que diminuem após alguns anos de uso)



Figura 7. Perfil do Solo NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico presente na área experimental.

Na área experimental, coletaram-se 60 amostras simples de solo, sendo 30 delas na profundidade de 0-20 cm e as outras 30 na profundidade de 20-40 cm. Essas amostras de solo, depois de misturadas constituíram duas amostras compostas, as quais foram secas ao ar e à sombra, passadas em peneira ABNT = 10 (2,00 mm de abertura da malha) e caracterizadas química e fisicamente (Tabela 10), no laboratório de irrigação e salinidade (LIS) da Universidade Federal de Campina Grande, conforme metodologia recomendada pela EMBRAPA (1997).

Tabela 10. Características físico-químicas do solo da área experimental.

Características físicas e químicas	Profundidades de coleta (cm)			
	0-20	Caracterização*	20-40	Caracterização*
<i>Física</i>				
Areia (%)	93,51		91,51	
Silte (%)	3,01		5,01	
Argila (%)	3,48		3,48	
Classificação textural		Arenosa		Arenosa
Densidade do solo	1,60		1,60	
Densidade de partículas	2,70		2,73	
Porosidade (%)	40,74		41,39	
Umidade natural (%)	0,15		0,15	
<i>Química</i>				
pH (H ₂ O)	6,17	Acidez fraca	6,28	Acidez fraca
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	11,00	Baixo	2,10	Baixo
P (mg dm ⁻³)	0,77	Baixo	0,52	Baixo
Na (cmol _c dm ⁻³)	0,06		0,07	
K (cmol _c dm ⁻³)	0,11	Baixo	0,11	Baixo
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,16	Baixo	0,16	Baixo
Ca (cmol _c dm ⁻³)	1,12	Baixo	0,63	Baixo
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,85	Médio	0,35	Baixo
T (cmol _c dm ⁻³)	2,30	Baixo	1,32	Baixo
V (%)	93,04	Muito alto	87,88	Alto

*Lopes e Guidolin (1989)

3.3 – Tratamentos e delineamento experimental

Dois experimentos, um com mamona e o outro com pinhão manso, foram instalados no delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos (fontes de adubação) e quatro repetições (blocos), em condições de sequeiro (Tabela 11).

Tabela 11. Fontes de adubação utilizadas no experimento.

Fonte de adubação	Composição
F1	Testemunha absoluta (solo na sua condição natural de fertilidade)
F2	Composto orgânico I (composto orgânico unicamente)
F3	Composto orgânico II (Composto orgânico enriquecido com pó de rocha potássica, fosfática, pó de telha, e cinza)
F4	Adubação mineral com base na análise química do solo
F5	Adubação orgânica com esterco bovino envelhecido (curtido)

Cada bloco possuía 320 m² e cada parcela (tratamentos) 64 m², totalizando uma área de 1.280 m² por experimento. Havia 16 plantas por parcela, contudo, apenas 4 plantas das duas fileiras centrais numa área de 16m², foram utilizadas para as avaliações biométricas e de produção.

3.4 – Plantio e adubação

O plantio do pinhão manso (mudas de cinco meses de idade) e da mamona cultivar BRS 149 Nordestina foi realizado no espaçamento entre plantas de 2m x 2 m em covas de 0,40 x 0,40 x 0,40 m (Figura 8). Nos tratamentos 2 e 3 aplicaram-se 12 kg/cova de composto orgânico e no tratamento 5, 12 kg/cova de esterco bovino curtido. O composto e o esterco foram aplicados em fundação. No tratamento 4 aplicou-se (em fundação) uma adubação mineral obedecendo a recomendação para a cultura da mandioca (UFC, 1993), com 8g de N; 32g de P₂O₅; 16g de K₂O; 8,11g de Zn; 35,55g de Ca; 8,2g de Mg; 4,06g de B; 4g de Cu; 4g de Mn, por cova. Nesse mesmo tratamento, após 45 dias do plantio, realizou-se uma nova adubação aplicando 16g de N/cova. Como fonte de nutrientes utilizou-se o sulfato de amônia (NH₄)₂SO₄, superfosfato simples (SSP), cloreto de potássio (KCl) e sulfato de magnésio (MgSO₄.7H₂O). O boro foi aplicado na forma de tetraborato de boro (bórax) e os demais micronutrientes na forma de sulfato (CuSO₄.5H₂O; ZnSO₄.H₂O e MnSO₄.3H₂O).

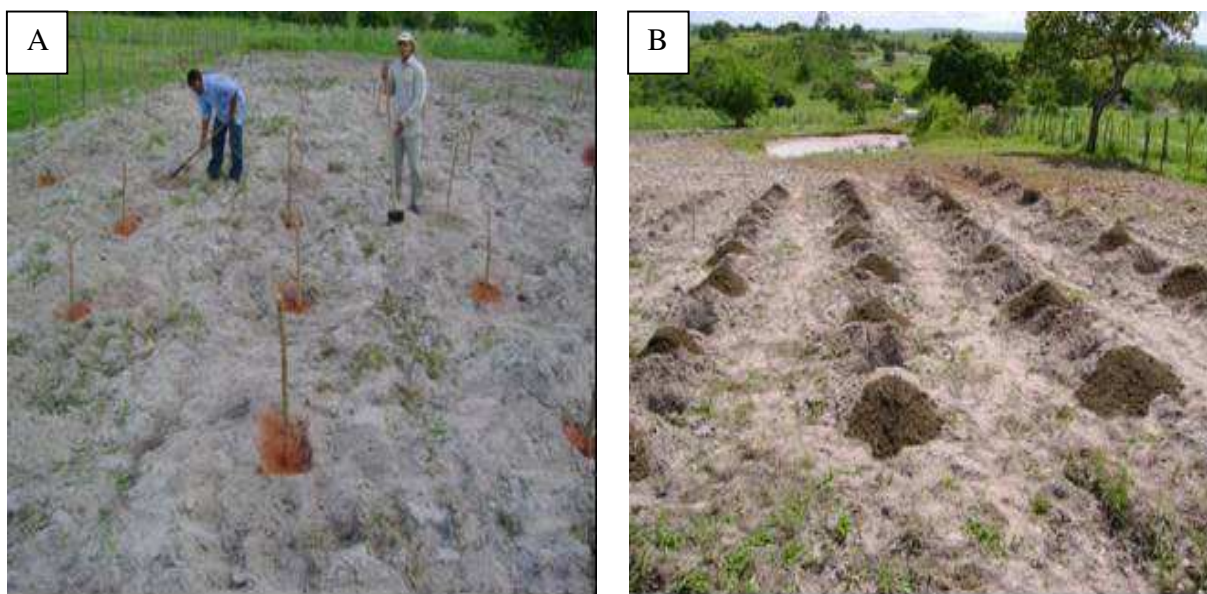


Figura 8. Adubação de fundação com adubo mineral (A) e orgânico (B) durante a instalação do experimento.

Na adubação em fundação, em todos os tratamentos, os fertilizantes foram colocados na cova de plantio imediatamente antes do semeio para a mamona e antes da instalação das mudas do pinhão manso. Em seguida, foram colocadas 3 sementes de mamona por cova realizando-se desbastes para uma planta por cova aos 15 dias após a emergência. Para o plantio do pinhão manso, foi colocada uma muda de cinco meses de idade, por cova. Durante o ciclo da cultura realizou-se o controle das plantas daninhas, mecanicamente, por meio de enxada. No segundo ciclo, de ambas as culturas, não foram realizadas nenhuma adubação.

3.5 – Compostagem

As duas compostagens utilizadas no experimento foram preparadas na Escola Agrícola Assis Chateaubriand Campus – II/UEPB, localizada no município de Lagoa Seca – PB, utilizando como substrato, restos de frutas e verduras provenientes da Central de Abastecimento de Campina Grande - PB (CEASA).

No preparo do composto orgânico I, utilizou-se apenas a fração orgânica vegetal. Já no composto orgânico II, misturou-se a fração orgânica com 5 kg m^{-3} dos pós de rochas: fosfática,

potássica, MB4 e pó de telha. Nesse composto também colocou 1 kg m⁻³ de cinzas de biomassa vegetal e 50 kg m⁻³ de esterco de frango. Ambas compostagens foram preparadas em células de alvenaria de 1 m³ (Figura 9).



Figura 9. Células de compostagem (A) e composto orgânico (B) utilizado no experimento.

O esterco bovino e os compostos orgânicos I e II utilizados no experimento foram caracterizados quimicamente cujos resultados são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Características químicas dos compostos orgânicos e do esterco bovino utilizados no experimento.

Fontes orgânicas	Características químicas											
	N	P	K	Na	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Fe	Mn	Cu
	-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----					
Composto orgânico I	9,12	4,82	7,05	0,89	17,61	2,67	0,45	5,6	73,23	8467	246	18,19
Composto orgânico II	8,92	7,37	7,05	1,01	21,13	3,37	0,42	3,83	75,05	10590	265	18,19
Esterco bovino	8,23	2,7	11,95	0,74	10,56	3,86	0,45	5,49	44,93	3872	167	10,82

3.6 - Colheita e beneficiamento

Nos dois experimentos, foram feitas várias colheitas ao longo do ciclo das culturas utilizando-se um alicate de poda e sacos de papel. Os racemos da mamoneira foram colhidos quando 2/3 dos frutos estavam maduros, em seguida foram identificados, separados por tratamento, repetição e ordem do racemo, e colocados para completar a secagem em casa de vegetação por um período de até 20 dias (Figura 10). O mesmo procedimento foi realizado com os frutos do pinhão manso quando os mesmos estavam maduros.



Figura 10. Secagem dos racemos de mamona e pinhão manso.

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

3.7 - Controle fitossanitário

O controle fitossanitário deu-se com o aparecimento dos primeiros manifestos das pragas no campo. Nos primeiros dias pós a germinação utilizou-se formicida em pó a base de sulfluramida para controle das saúvas. Com o aparecimento de ácaros e percevejos aplicou-se acaricida e inseticida a base de abamectin e deltametrina, respectivamente.

3.8 – Variáveis biométricas e de produção

3.8.1 – Experimento 1 - Mamona

As características avaliadas nos dois ciclos da mamona foram realizadas segundo a metodologia adotada por Souza (2007).

3.8.1.1 - Altura de planta e diâmetro do caule

A medição da altura de planta iniciou-se após 15 dias da emergência das plântulas, continuando em períodos equidistantes de 30 dias com o auxílio de uma régua graduada. A altura foi a distância vertical em centímetros do nível do solo até o ápice da planta ou até a inserção do racemo primário, quando este foi formado.

O diâmetro caulinar foi determinado na altura do colo após 15 dias da emergência das plântulas, continuando em períodos equidistantes de 30 dias com o auxílio de um paquímetro.

3.8.1.2 - Número de dias para a antese e número de internódios no caule

O número médio de dias entre a emergência das plântulas e a antese foi contabilizado quando 50 % das plantas da área útil de cada parcela emitiram a primeira inflorescência. O número médio de internódios no caule (mamona) foi determinado após o seu surgimento, a cada de 30 dias, pela contagem a partir do nível do solo até a região de inserção do racemo primário.

3.8.1.3 – Altura da planta e número de ramos secundários no final do ciclo

Após a última colheita foi mensurada a altura das plantas, considerando-se a distância vertical em metros do nível até a altura da folha mais nova. Nesta mesma época também foi contabilizado o número de ramificações (secundárias) caulinares.

3.8.1.4 - Número de racemos por planta

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

3.8.1.5 - Massa dos racemos

A massa do racemo em gramas foi obtida pelo quociente entre a massa total dos racemos de cada parcela e o número de racemos produzidos. Para que a umidade remanescente após a colheita não interferisse na mensuração dos racemos, os mesmos foram expostos ao sol por um período de até 20 dias para completar a secagem.

3.8.1.6 - Produção de grãos por planta

A produção de grãos foi determinada através da relação entre a quantidade de grãos da parcela em quilogramas e o número de plantas úteis.

3.8.1.7 - Comprimento do racemo e número de frutos por racemo

Para determinação do comprimento efetivo do racemo, consideraram-se aqueles de até quarta ordem em cada tratamento, as medições foram tomadas na região da raque provida de frutos, utilizando-se para tanto uma régua graduada em centímetros (Figura 11).

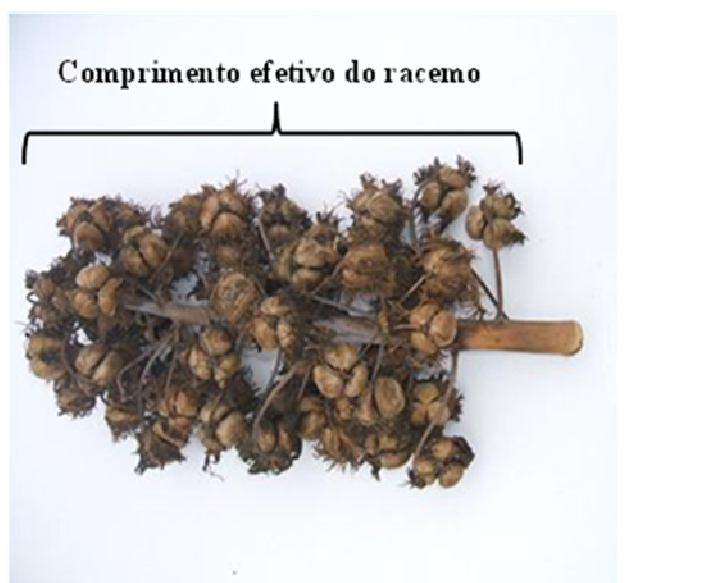


Figura 11. Comprimento efetivo do racemo da mamoneira “BRS 149 Nordestina”.

A obtenção do número de frutos por racemos foi realizada dividindo-se o número total de frutos pela quantidade de racemos produzidos.

3.8.1.8 - Produtividade de grãos

A produtividade de grãos em kg planta^{-1} foi obtida pela pesagem dos grãos de cada parcela após o beneficiamento.

3.8.1.9 - Rendimento percentual de grãos

O rendimento percentual de grãos ou de debulha foi determinado pelo quociente entre a produtividade total de grãos em kg planta^{-1} e a produtividade total de frutos em kg planta^{-1} .

$$RPG = \frac{PT}{PTF} \times 100$$

Onde:

RPG = Rendimento percentual de grãos (%);

PT = Produtividade total de grãos (kg planta^{-1});

PTF = Produtividade total de frutos (kg planta^{-1});

3.8.1.10 - Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total

A produtividade de grãos de cada ordem de racemo foi obtida separadamente, em função do racemo primário, secundário, terciário e quaternário (Figura 12). Para facilitar a identificação dos racemos esses foram marcados com fita por ocasião do início da antese.

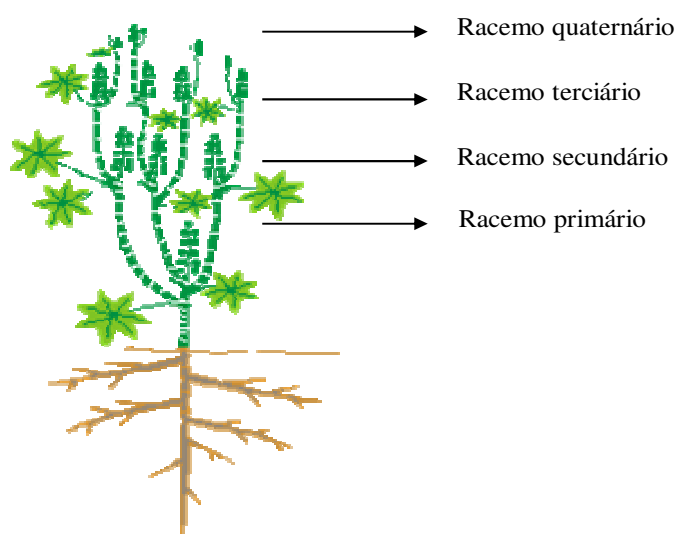


Figura 12. Esquema ilustrativo do racemo primário, secundário, terciário e quaternário da mamoneira.

Após a identificação, determinou-se a participação percentual de cada uma delas em relação a produtividade total conforme a expressão.

$$Cr = \frac{PTR}{PTG} \times 100$$

Onde:

Cr = Contribuição relativa (%);

PTR = Produtividade de grãos dos racemos da ordem considerada (kg planta^{-1});

PTG = Produtividade total de grãos (kg planta^{-1}).

3.8.1.11 – Poda

Após a última colheita, no final do primeiro ciclo, realizou-se uma poda a uma altura de aproximadamente 40 cm. Durante a execução deste trato cultural, as estruturas envelhecidas e secas também foram eliminadas.

Após a poda e, partindo-se do número inicial de plantas úteis por parcela, calculou-se o índice de sobrevivência da mamoneira, em porcentagem:

$$IS (\%) = \frac{N_i - N_{pp}}{N_i} \times 100$$

onde:

N_i = número inicial de plantas por parcela;

N_{pp} = número de plantas perdidas em cada parcela.

3.8.2 – Experimento 2 - Pinhão manso

3.8.2.1 - Altura de planta e diâmetro do caule

A altura das plantas foi determinada inicialmente após o plantio, quando as mudas estavam com cinco meses de idade. Essa variável foi determinada com fita métrica (cm), adotando-se como critério de determinação a distância entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal do ramo principal. As medições do diâmetro caulinar (cm) foram realizadas no colo da planta, utilizando um paquímetro.

3.8.2.2 – Número de folhas

O número de folhas por planta foi determinado por meio de contagem considerando-se apenas as folhas com tamanho acima de 3 cm.

3.8.2.3 – Variáveis de produção

Para as variáveis número e massa dos frutos, produtividade, rendimento percentual e número de grãos, a metodologia adotada foi a mesma do experimento 1.

3.8.2.4 – Poda

Após a última colheita, no final do primeiro ciclo, realizou-se uma poda a uma altura de aproximadamente 90 cm, cortando a extremidade apical do ramo principal. Na execução da poda, preservaram-se os ramos secundários desenvolvidos abaixo do corte.

3.9 - Análise estatística das variáveis biométrica e de produção.

Os dados obtidos nos experimentos 1 e 2 foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 1 % e 5 % de probabilidade (BANZATO e KRONKA, 1995). Quando verificado efeito significativo na análise da variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey até 5 % de probabilidade. Com o intuito de se determinar o grau de relação dos componentes de produção da mamoneira e do pinhão manso, determinou-se o coeficiente de correlação de Pearson das variáveis dependentes, verificando-se em seguida a significância de tais coeficientes através do teste t até 5 % de probabilidade.

Devido à mortalidade de algumas plantas de mamona (após a poda) provocada pela Podridão de *Botryodiplodia*, diferentes parcelas foram perdidas. Portanto, para estimar os valores perdidos e viabilizar a análise de variância, utilizou-se a fórmula descrita por Steel e Torrie (1980).

$$\hat{Y}_{ij} = \frac{KY_{1+} + rY_{+j} - Y_{++}}{(K-1)(r-1)}$$

sendo:

\hat{Y}_{ij} = a estimativa da parcela perdida;

k o número de tratamentos e r o número de blocos;

Y_{++} = o total das parcelas disponíveis;

Y_{i+} = o total das parcelas restantes no tratamento onde ocorreu a parcela perdida;

Y_{j+} = o total das parcelas restantes no bloco onde ocorreu a parcela perdida;

3.10 – Extração e rendimento do óleo de mamona e do pinhão manso

Os grãos produzidos nos dois anos de cultivo foram separados por cultura e misturados por tratamento (cinco), formando 10 amostras compostas (5 para mamona e 5 para pinhão manso). A mistura foi necessária em virtude da baixa produção obtida no primeiro e segundo ano de cultivo do pinhão manso e da mamona, respectivamente. Em seguida, retirou-se uma alíquota de aproximadamente 3 kg de cada amostra e extraiu-se o óleo dos grãos (mamona e pinhão) por meio do método de prensagem a frio, utilizando-se uma prensa (Figura 13).

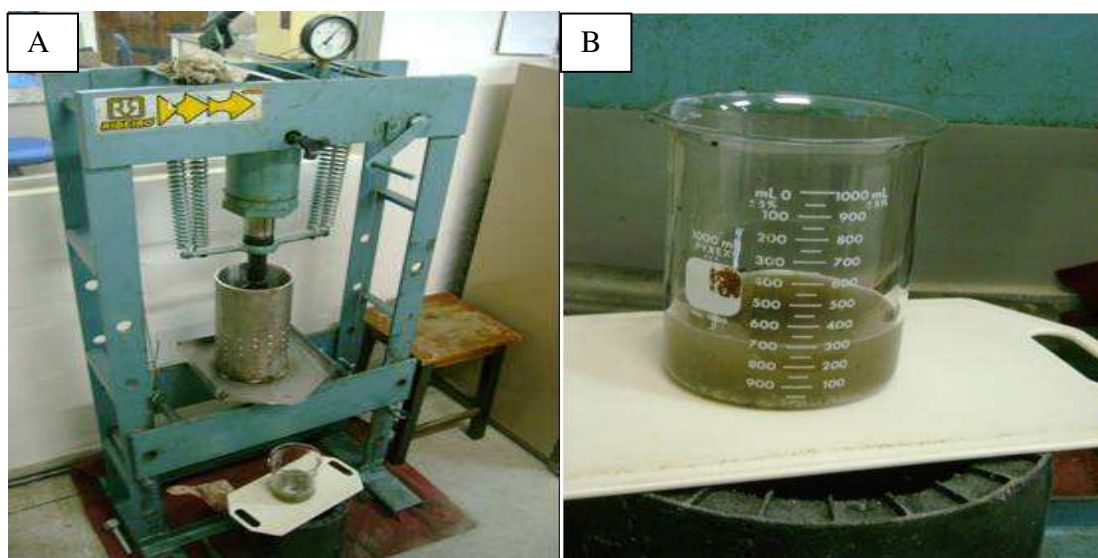


Figura 13. Prensa manual utilizada na extração do óleo das sementes de mamona e pinhão manso (A); óleo de mamona extraído (B).

O cálculo do rendimento foi obtido pela relação entre a quantidade de sementes que entraram na prensa, em grama, pela quantidade de óleo obtido por prensagem.

Após o processo de extração, o óleo bruto obtido foi colocado em centrífuga para separação das impurezas: gomas (fosfatídeos hidratáveis), ceras e substâncias coloidais. Em seguida, iniciou-se o processo de análise do óleo.

3.11 - Caracterização físico-química do óleo de mamona e pinhão manso

De acordo com as normas da AOCS (*American Oil Chemists Society*), o óleo foi caracterizado quanto ao índice de acidez, índice de saponificação, índice de iodo, viscosidade cinemática, densidade, teor de umidade e rendimento.

3.11.1 - Índice de acidez

Em erlenmeyer de 125 mL foram colocados 2 g de óleo de cada amostra (pinhão manso e mamona) e 25 mL de solução neutra de éter etílico + álcool etílico (2:1), agitando-se até a completa diluição do óleo; duas gotas do indicador ácido/base fenolftaleína foram acrescentadas e em seguida procedeu-se a titulação com solução de NaOH 0,1 N até o surgimento da coloração rósea. Com o valor do volume de NaOH gasto na titulação, foi calculado o índice de acidez pela fórmula a seguir:

$$Ac = \frac{V_x f \times 5,61}{P}$$

Onde:

Ac = índice de acidez (mg de KOH/g de óleo)

V = volume de NaOH gasto na titulação (ml)

f = fator de correção da solução

5,61 = equivalente-grama do KOH

P = peso da amostra (g)

3.11.2 - Índice de saponificação

Em um erlenmeyer foram pesados 2 g da amostra, acrescentando após a pesagem 20 mL de solução alcoólica de hidróxido de potássio a 4 %. Em seguida, o erlenmeyer foi acoplado a um condensador de refluxo onde a solução foi aquecida até ebulição branda, durante 30 minutos. Logo após, 2 gotas de indicador fenolftaleína foram adicionadas, a titulação foi realizada com a solução ainda quente com ácido clorídrico 0,5 N até o desaparecimento da cor rosa. O cálculo para determinação do índice de saponificação é baseado na equação abaixo.

$$IS = \frac{V_x f x 28}{P}$$

Onde:

IS = é índice de saponificação;

V = é a diferença entre o volume (mL) do ácido clorídrico 0,5 N gastos na titulação;

f = é o fator de ácido clorídrico 0,5 N;

P = é a massa (g) da amostra.

3.11.3 – Índice de iodo

Para a determinação do índice de iodo aplicou-se a metodologia oficial preconizada pela AOCS (1985). O índice de iodo (gramas de iodo/100 g de óleo) foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$I = \frac{(B - A) x f x 1,27}{m}$$

Em que:

B = n °. de mL de solução de tiosulfato de sódio 0,1 mol/L gasto na titulação do branco;

A = n °. de mL de solução de tiosulfato de sódio 0,1 mol/L gasto na titulação da amostra;

f = fator da solução de tiosulfato de sódio 0,1 mol/L;

m = massa da amostra em gramas;

1,27 = centiequivalente do Iodo.

3.11.4 – Viscosidade cinemática

A viscosidade cinemática das amostras foi medida em viscosímetros tipo Cannon-Fenske de número 150 na temperatura de $(40,0 \pm 0,1$ e $100,0 \pm 0,1)^\circ\text{C}$ para o pinhão manso e mamona, respectivamente, mantida constante por um banho termostatizado, conforme a norma ASTM D 445 (Figura 14).



Figura 14. Viscosímetro (Julabo 16V)

3.11.5 – Densidade

A densidade relativa ($20^\circ\text{C}/4^\circ\text{C}$) das amostras foi determinada segundo as normas ASTM D 1298, D - 4052 ou NBR 7148, utilizando-se um densímetro digital DA – 110M fabricado pela Mettler Toledo. Após a calibração do equipamento com água destilada, mede-se 50mL de amostra e preenche-se a célula do densímetro para fazer-se a leitura realizada diretamente no visor do equipamento a 20°C em g/cm^3 .

3.11.6 - Teor de umidade

A metodologia se baseia no método de estufa a 105 °C com o material sendo desidratado por 1 hora.

3.11.7 - Rendimento do óleo

O rendimento de óleo em kg planta⁻¹, foi estimado a partir dos valores da produtividade de grãos e do percentual de óleo das sementes de cada repetição.

$$RO = \frac{PTG \times PO}{100}$$

Sendo:

RO = Rendimento de óleo (kg planta⁻¹);

PTG = Produtividade total de grãos (kg planta⁻¹);

PO = Percentual de óleo das sementes.

3.12 – Análise estatística das características físico-químicas do óleo de mamona e do pinhão manso

Para as características físico-químicas do óleo, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, sendo o primeiro fator constituído pelas cinco fontes de adubação e o segundo pelas culturas mamona e pinhão manso, com duas repetições. Procedeu-se a análise de variância e a comparação entre médias pelo teste de Tukey.

3.13 – Avaliação econômica do cultivo da mamona e do pinhão manso

3.13.1 - Custo de produção da atividade

O custo de produção foi calculado através das planilhas de coeficientes técnicos e exigência física de fatores de produção obedecendo a seguinte estrutura:

- a) operações agrícolas: para cada operação levantou-se o número de horas de trabalho gastos por categoria de mão-de-obra, máquina e equipamentos envolvidos na operação;
- b) materiais de consumo: constituído pelos materiais que são utilizados no processo de produção, próprios ou adquiridos pelo produtor (sementes, agroquímicos e adubos);
- c) os componentes dos custos indiretos da produção envolveram as obrigações sociais, contribuição especial da seguridade social rural (CESSR) e outros custos fixos de arrendamento da terra.

A metodologia de custo de produção e análise utilizada foi à desenvolvida por MARTIN et al. (1998), que procura reunir os componentes de custos agregando-os de tal forma a permitir uma análise detalhada dos mesmos, bem como da análise de rentabilidade.

A estrutura de custos considerada nos sistemas de produção foi:

- Custo operacional efetivo (COE): são as despesas efetuadas com mão-de-obra, operações de máquinas/equipamentos e veículos e materiais consumidos ao longo do processo produtivo e ciclo da cultura.
- Custo operacional total (COT): é o custo operacional efetivo acrescido dos encargos sociais (36% sobre o valor da despesa com mão-de-obra) e contribuição a seguridade social rural, CSSR (2,2% do valor da renda bruta);
- Custo total de produção (CTP): é o custo operacional total acrescido dos gastos com o arrendamento da terra.

3.13.2 - Indicadores de rentabilidade

Os indicadores de análise de resultados utilizados no trabalho foram os seguintes:

- a) Receita Bruta (RB): é a receita esperada para determinado rendimento por hectare, para um preço de venda pré-definido, ou efetivamente recebido, ou seja:

$$RB = R * Pu$$

onde:

R = rendimento da atividade por unidade de área;

Pu = preço unitário do produto da atividade.

- b) Margem Bruta (COE): é a margem em relação ao custo operacional efetivo (COE), isto é, o resultado ocorrido após o produtor arcar com o custo operacional, considerando determinado preço unitário de venda e o rendimento do sistema de produção para a atividade.

Formalizando, tem-se:

$$\text{Margem Bruta (COE)} = ((RB - COE) / COE) * 100$$

onde:

RB = receita bruta;

COE = custo operacional efetivo.

- c) Margem Bruta (COT): é definida de forma análoga à margem bruta (COE) para o custo operacional total (COT). É estimada por:

$$\text{Margem Bruta (COT)} = ((RB - COT) / COT) * 100$$

onde:

COT = custo operacional total.

Assim essa margem indica qual a disponibilidade para cobrir o risco e a capacidade empresarial do proprietário, uma vez que os demais itens de custo estão sendo considerados no cômputo do COT.

Além desses conceitos, utilizou-se também de indicadores de custo em relação às unidades de produto, denominados de ponto de equilíbrio. Ele determina qual a produção mínima necessária para cobrir o custo, dado o preço de venda unitário para o produto. Assim foram considerados os seguintes pontos de equilíbrio:

d) Ponto de Equilíbrio (COE) = COE / Pu

e) Ponto de Equilíbrio (COT) = COT / Pu

f) Ponto de Equilíbrio (CTP) = CTP / Pu

onde:

Pu = preço unitário de venda.

g) Lucro Operacional: constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total (COT) por hectare. Desse modo tem-se:

$$LO = RB - COT$$

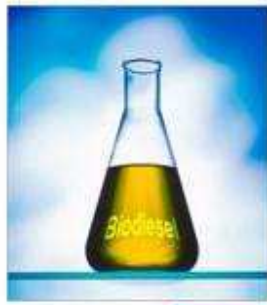
O indicador de resultado lucro operacional (LO) mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade.

h) Índice de lucratividade (IL): esse indicador mostra a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta, em percentagem. É uma medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade após o pagamento de todos os custos operacionais, encargos, etc., inclusive as depreciações. Então:

$$IL = (LO / RB) * 100$$

2010

Capítulo 4 – Resultados e discussões



Josely Dantas Fernandes
Programa de Pós-graduação em
Recursos Naturais

4.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - EXPERIMENTO 1 (Mamona)

4.1.1 – Desenvolvimento da planta

Pelo resumo das análises das variâncias (Tabela 13 e 14), constata-se que, nos dois anos de cultivo, com a utilização das fontes de adubação, houve uma diferença entre médias ao nível de 1% de probabilidade para a variável altura da planta (AP) e diâmetro caulinar (DC) em todos os períodos de avaliação. O número de folhas (NF), no primeiro ano, só diferiu com a utilização das fontes de adubação dos 30 aos 150 DAG enquanto que no segundo ano, não se verificou efeito significativo em nenhum período de avaliação. O efeito significativo da adubação indica a importância que a mesma possui sobre o crescimento da mamoneira. Segundo Nóbrega et al. (2001) e Nascimento et al. (2004) quanto maior o diâmetro do caule, maior será o vigor e a robustez e, portanto, maior será a resistência ao tombamento provocado por ataques de pragas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 13. Resumo das análises de variância para a variável altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas em função das diferentes fontes de adubação, correspondente ao primeiro ciclo de produção.

FV	GL	Quadrados Médios									
		Altura de planta									
		30	60	90	120	150	210	240	270	300	330
Bloco	3	33,61*	86,308*	109,55 ^{ns}	177,53**	208,002**	188,11*	203,01**	197,85**	203,02**	195,21*
Fonte de adubação	4	817,38**	2351,62**	2217,03**	1410,49**	1330,67**	1203,68**	880,51**	797,05**	594,99**	743,86**
Resíduo	12	9,82	22,57	41,51	21,42	32,80	35,98	30,698	30,60	30,67	30,607
CV		11,57	8,58	6,43	3,27	3,49	3,39	3,13	3,18	3,30	3,53
		Diâmetro caulinar									
Bloco	3	0,021 ^{ns}	0,076 ^{ns}	0,150 ^{ns}	0,656 ^{ns}	1,263*	1,092*	1,066*	1,074*	1,06*	0,715*
Fonte de adubação	4	0,961**	3,416**	3,918**	4,040**	3,231**	3,343**	3,513**	3,573**	3,14**	2,945**
Resíduo	12	0,013	0,034	0,094	0,232	0,245	0,230	0,211	0,211	0,21	0,210
CV		12,27	8,47	11,26	11,69	11,64	11,15	10,79	10,11	10,85	11,30
		Número de folhas									
Bloco	3	0,63 ^{ns}	0,387 ^{ns}	32,69 ^{ns}	1,537 ^{ns}	272,70 ^{ns}	163,64 ^{ns}	115,42 ^{ns}	119,13 ^{ns}	126,27 ^{ns}	135,64 ^{ns}
Fonte de adubação	4	11,32**	115,339**	214,34**	818,18**	1076,41**	605,66 ^{ns}	633,52 ^{ns}	607,83 ^{ns}	488,98 ^{ns}	359,85 ^{ns}
Resíduo	12	0,34	0,913	16,18	2,034	104,33	223,27	326,72	309,24	292,84	270,61
CV		12,61	8,17	19,75	4,38	26,53	46,36	51,52	52,49	56,73	62,02

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 14. Resumo das análises de variância para a variável altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas em função das diferentes fontes de adubação, correspondente ao segundo ciclo de produção.

FV	GL	Quadrados Médios					
		Altura de planta					
		360	390	420	450	480	510
Bloco	3	-	0,298 ^{ns}	1,31 ^{ns}	18,68 ^{ns}	107,7 [*]	172,33 [*]
Fonte de adubação	4	-	12,20 ^{**}	198,7 ^{**}	266,64 ^{**}	909,3 ^{**}	1187,6 ^{**}
Resíduo	12	-	0,4367	0,92	14,86	24,2	41,67
CV		-	1,54	1,99	7,25	7,95	9,40
Diâmetro caulinar							
Bloco	3	1,08 [*]	1,07 [*]	0,556 ^{ns}	1,33 ^{**}	2,36 ^{**}	2,56 ^{**}
Fonte de adubação	4	2,78 ^{**}	2,78 ^{**}	2,862 ^{**}	2,99 ^{**}	5,23 ^{**}	6,65 ^{**}
Resíduo	12	0,190	0,188	0,168	0,19	0,17	0,19
CV		13,08	12,99	10,49	10,29	9,13	9,78
Número de folhas							
Bloco	3	-	0,578 ^{ns}	148,03 [*]	359,53 ^{**}	358,3 ^{**}	204,5 ^{ns}
Fonte de adubação	4	-	2,262 ^{ns}	67,73 ^{ns}	104,01 ^{ns}	75,53 ^{ns}	113,4 ^{ns}
Resíduo	12	-	0,843	27,06	42,60	44,89	123,1
CV		-	48,03	64,39	57,21	42,52	64,11
Índice de sobrevivência							
Bloco	3	500,00 ^{ns}	500,00 ^{ns}	447,91 ^{ns}	281,25 ^{ns}	1781,25 [*]	3583,33 ^{**}
Fonte de adubação	4	500,00 ^{ns}	500,00 ^{ns}	968,75 ^{ns}	1531,25 ^{ns}	4578,12 ^{**}	2218,75 [*]
Resíduo	12	500,00	500,00	552,08	489,58	348,95	510,41
CV		23,54	23,54	26,47	26,42	34,75	50,21

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação às fontes de adubação utilizadas, as que promoveram maiores valores em todas variáveis analisadas foram o composto orgânico I (F2) e o composto orgânico II (F3) não diferindo estatisticamente entre si aos 30, 90, 150, 210, 300, 450 e 510 DAG (Tabela 17).. Com exceção dos 390 e 420 DAG, os valores de diâmetro caulinar e do número de folhas da mamoneira submetidos ao F5 (esterco bovino) também não diferem das fontes F2 e F3 após os 90 DAG Estes resultados indicam que a adubação orgânica teve maior influência do que a adubação mineral sobre as três variáveis de crescimento analisadas. Provavelmente, isto foi consequência não apenas do aumento da fertilidade, uma vez que, com a aplicação dos adubos orgânicos (ao solo) houve maior adição de nitrogênio e potássio, mas também da melhoria nas propriedades físicas do solo, principalmente no que diz respeito ao aumento da retenção de água (HOFFMANN et al., 2001). Sabe-se que a mamoneira é exigente em água, assim, todo manejo que favoreça a sua disponibilidade para as plantas, contribui para seu melhor desenvolvimento.

Resultados encontrados por Oliveira et al. (2009a) e Costa et al. (2009a), ambos trabalhando com diferentes fontes e doses de matéria orgânica, evidenciaram a resposta da mamoneira à adubação orgânica. Por exemplo, Oliveira et al. (2009a) encontraram para altura de plantas da cultivar BRS 149 Nordestina, aos 43 DAS, valores de 16,7; 81,2 e 125 cm, correspondentes ao solo Latossolo puro, ao Latossolo + lodo e Latossolo + lodo corrigido, respectivamente. Com o mesmo período de desenvolvimento, utilizando composto orgânico, Costa et al. (2009) observaram a altura das plantas, em média de 60 cm. No presente trabalho, os valores de altura de plantas encontrados aos 30 e 60 DAG (Tabela 17), foram menores do que os observados por Oliveira et al., (2009a) com exceção daquele encontrado no Latossolo puro, indicando que o lodo se apresentou melhor do que os compostos orgânicos e esterco bovino. Os valores correspondentes aos 30 DAG com a aplicação dos compostos orgânicos (37,18 e 41,68 cm) foram menores do que o observado por Costa et al. (2009).

Guimarães et al. (2006), após avaliarem a eficiência de diferentes fontes de adubação, tais como, esterco de curral, lodo de esgoto residencial, torta de mamona e uréia, no crescimento inicial da mamoneira cultivar BRS Nordestina, chegaram à conclusão que a fonte orgânica “torta de mamona” foi a que promoveu os melhores resultados, obtendo, aos 120 dias após a germinação, 49,11 cm, muito aquém dos valores observados na Tabela 15. Vale salientar que a torta, além de disponibilizar nutrientes, sobretudo o nitrogênio, possui mais de 35% de fibra, constituindo-se, assim, um fator de melhoria física do ambiente edáfico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 15. Médias da variável altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de folhas (NF) para o período de 0 a 510 dias após a germinação (DAG) em função das fontes de adubação (F).

Variável	DMS	Fontes de adubação				
		F1	F2	F3	F4	F5
30 DAG						
AP (cm)	7,06	18,03 c	37,18 ab	41,68 a	7,06 d	31,46 b
DC (cm)	0,26	0,57 c	1,31 ab	1,48 a	0,32 c	1,07 b
NF	1,31	4,43 b	5,87 a	6,06 a	1,87 c	4,93 ab
60 DAG						
AP (cm)	10,71	29,30 c	72,06 ab	79,87 a	29,43 c	66,34 b
DC (cm)	0,41	1,01 c	2,70 b	3,14 a	1,39 c	2,65 b
NF	2,15	6,37 c	12,93 b	15,00 b	6,00 c	18,18 a
90 DAG						
AP (cm)	14,52	79,99 c	120,29 a	127,00 a	73,99 c	99,99 b
DC (cm)	0,69	1,33 c	3,20 a	3,60 a	2,04 b	3,45 a
NF	9,06	11,68 b	24,78 a	27,87 a	13,37 b	24,13 a
120 DAG						
AP (cm)	10,43	123,99 c	157,29 a	160,99 a	119,99 c	145,00 b
DC (cm)	1,08	2,58 c	4,07 ab	5,03 a	3,94 b	5,01 ab
NF	3,21	14,93 d	35,75 b	44,75 ^a	20,56 c	46,87 a
150 DAG						
AP (cm)	12,91	144,70 c	177,00 ab	184,99 a	146,00 c	169,00 b
DC (cm)	1,11	2,80 b	4,16 a	5,06 a	4,31 a	4,93 a
NF	23,02	17,37 c	44,18 ab	55,75 a	25,37 bc	49,81 a
210 DAG						
AP (cm)	13,52	151,99 d	186,00 ab	197,00 a	168,50 c	182,00 bc
DC (cm)	1,08	2,87 b	4,19 a	5,21 a	4,26 a	4,98 a
NF	33,68	14,25 a	37,06 a	41,68 a	25,06 a	43,10 a
240 DAG						
AP (cm)	12,49	159,29 c	182,29 b	197,00 a	165,59 c	180,00 b
DC (cm)	1,03	2,74 b	4,21 a	5,02 a	4,29 a	5,05 a
NF	40,75	13,87 a	44,68 a	39,25 a	34,00 a	43,62 a
270 DAG						
AP (cm)	12,47	160,07 c	178,23 b	193,13 a	160,13 c	179,20 b
DC (cm)	1,03	3,08 c	4,31 b	5,55 a	4,62 ab	5,15 ab
NF	39,64	13,20 a	40,86 a	37,79 a	31,28 a	44,37 a
300 DAG						
AP (cm)	12,48	155,44 b	172,52 a	184,02 a	155,97 b	171,96 a
DC (cm)	1,03	2,85 b	4,07 a	5,05 a	4,25 a	4,97 a
NF	38,58	11,64 a	35,99 a	35,39 a	28,57 a	39,22 a
330 DAG						
AP (cm)	12,47	145,50 c	160,56 b	174,93 a	140,85 c	161,17 b
DC (cm)	1,03	2,76 c	3,84 b	4,89 a	3,99 ab	4,78 ab
NF	37,08	10,67 a	33,14 a	32,22 a	24,66 a	31,90 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Continuação...

Variável	DMS	Fontes de adubação				
		F1	F2	F3	F4	F5
360 DAG						
AP (cm)	2,85	40a	40a	40 ^a	40a	40a
DC (cm)	0,983	2,47b	2,89b	4,14 ^a	2,85b	4,32a
NF	0	0a	0a	0a	0a	0a
IS (%)	50,41	100a	100a	75 ^a	100a	100a
390 DAG						
AP (cm)	1,49	40,26d	42,94bc	44,79 ^a	42,18c	43,97ab
DC (cm)	0,977	2,47b	2,90b	4,14 ^a	2,85b	4,32a
NF	2,07	1a	2a	2 ^a	2a	3a
IS (%)	50,41	100a	100a	75 ^a	100a	100a
420 DAG						
AP (cm)	2,16	42,1c	47,0b	48,7b	43,5c	59,9a
DC (cm)	0,92	2,7b	3,6b	4,6 ^a	3,6b	4,8a
NF	11,7	5a	11a	13 ^a	4a	7a
IS (%)	52,97	68,7a	100a	75 ^a	100a	100a
450 DAG						
AP (cm)	8,69	43,5c	53,6ab	61,6 ^a	46,3bc	60,7a
DC (cm)	1,00	2,9b	4,4a	4,9 ^a	4,2a	5,1a
NF	14,7	7,3a	16,2a	16,7 ^a	5,39a	11,3a
IS (%)	49,88	62a	100a	62,5 ^a	93,7a	100a
480 DAG						
AP (cm)	11,0	40,8d	66,1b	77,3 ^a	52,6c	72,8ab
DC (cm)	0,93	2,6c	4,5b	5,7 ^a	4,6b	5,1ab
NF	15,1	10a	20a	21 ^a	13a	15a
IS (%)	42,11	25b	93,7a	31,2b	31,2b	87,5a
510 DAG						
AP (cm)	14,5	43,5c	73,8a	85,0a	59,2b	81,7a
DC (cm)	0,99	2,4c	4,5b	5,8 ^a	4,9ab	5,0ab
NF	25,0	8a	19a	21 ^a	19a	19a
IS (%)	50,93	25b	81,2a	31,2ab	31,2ab	56,2ab

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 150 DAG as plantas da testemunha (F1) apresentaram altura de 144,7 cm, corroborando com Severino et al. (2004), que observaram na testemunha da cultivar BRS-149 Nordestina, cultivada no município de Assu/RN, altura de 143,3 cm. As alturas das plantas dos demais tratamentos foram semelhantes aos observados pelos referidos autores quando utilizaram doses crescentes de N, P e K.

De acordo com a caracterização química dos adubos orgânicos (Tabela 11), observa-se que as quantidades de nitrogênio e potássio fornecidas às plantas, foram superiores àquelas

RESULTADOS E DISCUSSÕES

fornecidas por meio da adubação mineral, contribuindo, desta forma, para um melhor desenvolvimento da cultura. Apesar destes elementos não estarem prontamente disponíveis às plantas no momento da adubação, ao longo do ciclo da cultura, com a decomposição do material orgânico, eles vão sendo disponibilizados possibilitando menor perda por lixiviação e/ou volatilização, no caso do nitrogênio e um fornecimento paulatino às plantas. O nitrogênio e o potássio são elementos essenciais para o desenvolvimento da mamoneira sendo o nitrogênio responsável pela formação das proteínas e dos ácidos nucléicos; o potássio, por sua vez, ativa mais de 40 sistemas enzimáticos no metabolismo da planta, sendo participante do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos.

O fósforo é um nutriente de vital importância para a mamoneira, sendo parte integrante dos ácidos nucléicos, fazendo parte do ATP e de outros constituintes importantes para o metabolismo celular. Este elemento, dentre as diversas funções que exerce nas plantas, pode-se destacar no melhoramento da eficiência no uso da água, o que é extremamente relevante, principalmente para os cultivos instalados na região semiárida brasileira. Segundo Severino et al. (2006d), o fósforo tem efeito positivo, não só nos parâmetros de crescimento da mamoneira, mas também no teor de óleo de suas sementes.

Ainda com relação ao fósforo, verificou-se que suas quantidades adicionadas ao solo através dos adubos orgânicos (F2, F3 e F5) foram superiores às adicionadas através da adubação mineral (F4). O fato da adubação fosfatada ter sido feita antes do plantio em dose única, provavelmente possibilitou, no caso da adubação mineral, uma maior imobilização do elemento, diminuindo sua disponibilidade ao longo do ciclo da cultura. Ao contrário, com a adubação orgânica, o fósforo foi sendo liberado para as plantas, ao longo do tempo, de acordo com a decomposição do material orgânico e a mineralização de seus elementos. Dentre as fontes utilizadas o composto orgânico II (F3) foi o que apresentou maior teor de P. Isto é um fato importante, uma vez que, de acordo com a literatura, a mamoneira apresenta resposta à adubação fosfatada (SEVERINO et al., 2006d; PACHECO et al., 2008; ALMEIDA JUNIOR et al., 2009).

O crescimento das plantas que não receberam adubação (Testemunha - F1), até os 30 DAG, foi melhor do que aquelas que receberam adubação mineral (F4) (Tabela 15). Provavelmente, o aumento da concentração salina na cova do plantio, neste período, decorrente da aplicação dos adubos, deva ter influenciado o desenvolvimento inicial das plantas. No entanto,

RESULTADOS E DISCUSSÕES

a partir daí, nas outras épocas, não houve diferença significativa da altura das plantas entre a testemunha e a adubação mineral. Silva et al. (2008a), avaliando o desenvolvimento de mamoneira, cultivares Paraguaçu e Energia, constataram que as variáveis altura de planta, diâmetro caulinar e número de folhas foram sensíveis à salinidade.

Os valores de diâmetro caulinar obtidos com F1 e F4 (testemunha e adubação mineral, respectivamente) aos 30 e 60 DAG, não diferiram entre si; a partir deste período até os 330 DAG, os menores valores de DC foram observados com a testemunha e os demais, correspondentes aos tratamentos F2, F3, F4 e F5 foram semelhantes entre si (Tabela 15). Dos 150 aos 330 DAG, os valores de diâmetro caulinar obtidos com a utilização do adubo mineral não diferiram estatisticamente das plantas adubadas com F2, F3 e F5 (orgânicos). Após a poda, dos 360 aos 510 DAG, as melhores médias foram verificadas nos tratamentos F3 e F5, não diferindo suas médias entre si, dos 450 aos 510, as médias de diâmetro não diferiram entre as fontes F4 e F5.

Em trabalhos realizados por Santos (2008c), com aplicação de fertilizantes e doses de nitrogênio variadas, com esterco e biossólido em mamoneira, o autor concluiu que nem as quantidades nem os fertilizantes aplicados exerceram efeitos significativos sobre o diâmetro do caule. Severino et al. (2006a), avaliando os efeitos da adubação mineral com macro e micronutrientes sobre o crescimento da mamoneira, verificou aos 130 dias após o plantio, diâmetros caulinares de 3,2 e 4,3 cm sem e com adubação, respectivamente. Os resultados citados corroboram com os deste presente trabalho mostrando os valores de 3,94 e 4,31 cm correspondente aos 120 e 150 DAG, respectivamente, com adubação mineral (Tabela 15).

Aos 150 DAG as plantas da testemunha (F1) apresentaram diâmetro caulinar de 2,8 cm, corroborando com Severino et al. (2004), que observou na testemunha da cultivar BRS-149 Nordestina, cultivada no município de Assu/RN, diâmetro caulinar de 2,76 cm.

Adubando a mamoneira com composto orgânico e torta de mamona, Costa et al., (2009), verificou, em média, um diâmetro caulinar de 2,5 cm aos 75 DAS, este valor foi semelhante ao encontrado com a utilização das fontes F2 (2,7 cm), F3 (3,14 cm) e F5 (2,65 cm) aos 60 DAG; no entanto, aos 90 DAG, estes valores foram maiores (3,2; 3,6 e 3,45 cm, respectivamente) do que os observados aos 105 DAG por Guimarães et al. (2008b), com esterco bovino e torta de mamona, iguais a 1,6 e 2,0 cm, respectivamente.

Para Souza et al. (2010), a aplicação de lodo de esgoto como suplemento nutricional para

RESULTADOS E DISCUSSÕES

a cultura da mamoneira é uma estratégia viável para o aproveitamento deste resíduo, haja vista que, a medida em que as cidades vão investindo no tratamento do esgoto doméstico, quantidades cada vez maiores de lodo de esgoto ou bissólidos são disponibilizadas com grande potencial de uso agrícola e redução de custo de produção.

O número de folhas é considerado como importante componente morfofisiológico, tendo variado ao longo do período experimental (Tabela 15). Houve aos 150 DAG, um rápido aumento do número de folhas, passando a diminuir progressivamente até os 330 dias, independente dos tratamentos utilizados. Quando submetida ao tratamento esterco bovino, o número de folhas da mamoneira, aos 60 DAG, foi de 18,18 sendo maior ao encontrado por Guimarães et al. (2008b) aos 75 DAG usando também esterco bovino, ou seja, 11,00. O número de folhas após a poda, não diferiu estatisticamente entre as fontes de adubação dos 360 aos 510 DAG.

Fernandes et al. (2009), trabalhando com adubação orgânica e mineral, verificaram o maior número de folhas da mamoneira aos 150 dias após a germinação, com preponderância para os tratamentos com adubações orgânicas. É provável que, com a decomposição progressiva do material orgânico, ocorra uma disponibilização mais eficiente de nutrientes às plantas, possibilitando menor perda por lixiviação e/ou volatilização, no caso do nitrogênio, quando comparado com a adubação mineral.

Na Figura 15, encontram-se as médias de altura da planta (AP), diâmetro caular (DC) e número de folhas (NF), obtidas de acordo com os períodos de avaliações e as fontes de adubação. Os dados experimentais dessas variáveis ajustaram-se, na sua grande maioria, aos modelos de regressão exponencial com valores de coeficientes de correlação (R^2) acima de 0,96 (Tabela 16) e diferindo estatisticamente ($p < 0,01$) pelo teste F, independente da fonte de adubação aplicada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

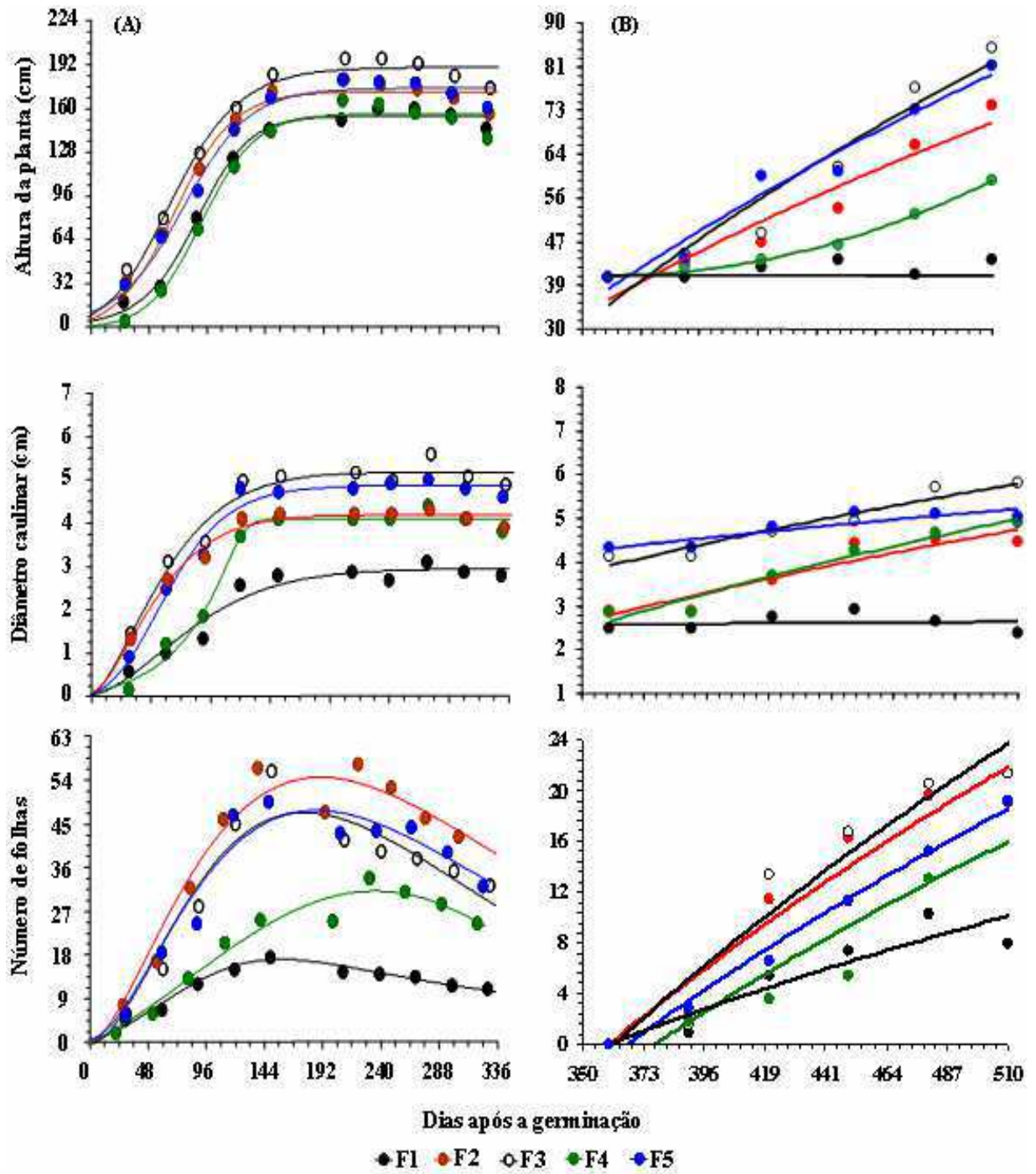


Figura 15. Evolução da altura da planta da mamoneira, diâmetro caulinar e número de folhas nas diferentes fontes de adubação no primeiro (A) e segundo ano de cultivo (B).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 16. Evolução da altura da mamoneira (cm), diâmetro caulinar (cm) e número de folhas nas diferentes fontes de adubação nos dois ciclos produtivos.

Ciclo produtivo	FA	Variáveis analisadas		
		Altura da planta	Diâmetro caulinar	Número de folhas
Primeiro	1	$y = \frac{154,42}{(1 + e^{4,66 - 0,048x})^{0,80}} R^2 = 0,997^{**}$	$y = 2,94 - 2,88e^{-0,006x}^{1,62} R^2 = 0,992^{**}$	$y = \frac{-0,38 + 0,101x}{1 - 0,006x + 4,09 \cdot 10^{-5}x^2} R^2 = 0,987^{**}$
	2	$y = \frac{176,88}{(1 + e^{2,86 - 0,041x})^{0,99}} R^2 = 0,992^{**}$	$y = 4,17 - 4,06e^{-0,002x}^{1,48} R^2 = 0,993^{**}$	$y = 0,021 \cdot 0,99^x \cdot x^{1,75} R^2 = 0,981^{**}$
	3	$y = \frac{190,1}{(1 + e^{1,24 - 0,031x})^{2,04}} R^2 = 0,993^{**}$	$y = 5,19 - 5,08e^{-0,002x}^{1,44} R^2 = 0,989^{**}$	$y = 0,09 \cdot 0,98^x \cdot x^{2,04} R^2 = 0,965^{**}$
	4	$y = \frac{158,21}{(1 + e^{3,94 - 0,043x})^{1,11}} R^2 = 0,994^{**}$	$y = \frac{4,30}{(1 + e^{19,4 - 0,16x})^{0,14}} R^2 = 0,994^{**}$	$y = 13,44 + 17,95 \cos(0,01x - 2,50) R^2 = 0,965^{**}$
	5	$y = \frac{175,68}{(1 + e^{2,99 - 0,037x})^{0,93}} R^2 = 0,993^{**}$	$y = \frac{5,05}{(1 + e^{0,80 - 0,03x})^{2,77}} R^2 = 0,980^{**}$	$y = 0,01 \cdot 0,989^x \cdot x^{1,90} R^2 = 0,965^{**}$
Segundo	1	$y = 41,72^{ns}$	$y = 2,61^{ns}$	$y = 66,64 \ln(x) - 170,32 R^2 = 0,855^*$
	2	$y = 228,99 \ln(x) - 549,57 R^2 = 0,9248^{**}$	$y = 12,96 \ln(x) - 30,35 R^2 = 0,876^{**}$	$y = 144,68 \ln(x) - 369,88 R^2 = 0,9295^{**}$
	3	$y = 314,09 \ln(x) - 768,18 R^2 = 0,9347^{**}$	$y = 12,41 \ln(x) - 27,82 R^2 = 0,9308^{**}$	$y = 159,15 \ln(x) - 407,209 R^2 = 0,9254^{**}$
	4	$y = 0,00082x^2 - 0,59x + 146,8 R^2 = 0,9931^{**}$	$y = 15,53 \ln(x) - 37,07 R^2 = 0,9539^{**}$	$y = 121,72 \ln(x) - 313,61 R^2 = 0,8690^{**}$
	5	$y = 279,19 \ln(x) - 675,92 R^2 = 0,9619^{**}$	$y = 6,02 \ln(x) - 11,07 R^2 = 0,8005^{**}$	$y = 129,71 \ln(x) - 332,64 R^2 = 0,9894^{**}$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando a Figura 15, independente do ano de cultivo, observa-se que na ausência de adubação (F1), foram observadas plantas de crescimento bem inferior às aquelas cultivadas com adubação. Logo, pode-se afirmar que essa variável foi influenciada tanto pelas fontes de adubação quanto pelo período de avaliação.

Aos 240 DAG, as fontes de adubação que promoveram os maiores valores, para altura de planta, foram: composto orgânico II (F3) > composto orgânico I (F2) > esterco de curral (F5) > adubo mineral (F4) > testemunha absoluta (F1); para diâmetro caulinar: esterco de curral (F5) > composto orgânico II (F3) > adubo mineral (F4) > composto orgânico I (F2) > testemunha absoluta (F1). Tal comportamento é um indicativo de que a presença de adubação potencializou o crescimento da mamoneira. Nos períodos de avaliações seguintes, independente da fonte utilizada, houve um decréscimo nos valores do diâmetro caulinar e número de folhas. Isto porque a mamoneira começou a perder sua turgidez, provavelmente, devido ao estresse hídrico ocorrido aos 150 (outubro), 180 (novembro) e 210 DAG (dezembro). O surgimento da podridão de botryodiplodia (Figura 16A e B) nas plantas adubadas com F3, também contribuiu para que houvesse o murchamento da mamoneira.

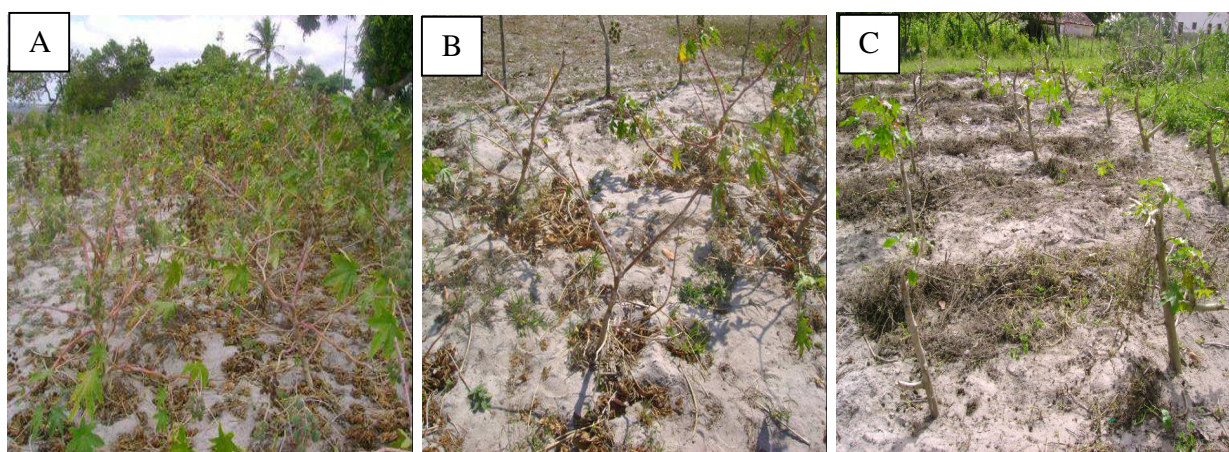


Figura 16. Mamoneira com os primeiros sintomas da podridão de botryodiplodia aos 180 dias após o plantio (A), morte de algumas plantas aos 300 DAG (B) e mamoneira após a poda aos 390 DAG (C).

Dos 360 aos 510 DAG, o cultivo da mamoneira na ausência de adubação (F1) não apresentaram variações na altura nem no diâmetro caulinar, cujos valores foram de 41,72 cm e

RESULTADOS E DISCUSSÕES

2,61 cm, respectivamente (Figura 15). Este comportamento pode ser justificado pela arquitetura aberta apresentada pelas plantas sob a influência deste tratamento e pelo baixo índice de sobrevivência dos 420 aos 510 DAG. Nas demais fontes, as plantas apresentaram arquitetura tipo semiereta (MILANI, 2008). Infelizmente, informações científicas sobre o uso da poda na mamoneira ainda são escassas, sabe-se apenas que a mesma reduz o porte da planta, estimula a emissão de ramos laterais e o maior crescimento horizontal (AZEVEDO et al., 2007; KHAN, 1973).

Na realização da poda (360 DAG), 25 % das plantas adubadas com composto orgânico II haviam morrido devido à ocorrência da podridão de botryodiplodia. Nas demais fontes de adubação, mesmo com sintomas da doença, novos ramos foram emitidos como pode ser observado na Figura 16C. Entretanto, nos períodos de avaliação que sucederam a poda, aumentou-se a mortalidade das plantas e, conseqüentemente, uma diminuição no índice de sobrevivência (Tabela 15).

Ao termino do experimento, o solo independente da fonte de adubação utilizada, apresentava fertilidade de baixa à média (Tabela 17), o que pode ter favorecido a ocorrência da podridão de botryodiplodia. Tais informações corroboram com Azevedo et al. (2007), que não recomendam a poda da mamoneira em locais de baixa fertilidade, temperaturas altas e clima muito seco por favorecer o surgimento desta doença.

Tabela 17. Resultado da análise química do solo em função das fontes de adubação no final do segundo ciclo de produção.

Fontes de adubação	Características químicas										
	pH	P*	K	Ca	Mg	Na	H+Al	Al	S	t	M.O
	H ₂ O 1:2,5	mg.dm ⁻³	-----Cmol _c .dm ⁻³ -----								dag.kg ⁻¹
Ausência de adubação (F1)	6,00	1,96	0,12	0,90	0,68	0,03	0,96	0,00	1,73	2,69	0,68
Composto orgânico I (F2)	6,80	2,54	0,10	1,46	0,90	0,03	0,63	0,00	2,49	3,12	0,81
Composto orgânico II (F3)	7,36	53,50	0,10	2,95	1,50	0,03	0,00	0,00	4,58	4,58	1,19
Adubo mineral (F4)	5,98	2,67	0,09	1,21	1,03	0,07	0,90	0,00	2,40	3,30	1,08
Esterco bovino	6,85	4,83	0,16	2,98	1,95	0,07	0,76	0,00	5,16	5,92	1,67

*Fósforo assimilável.

Quanto ao índice de sobrevivência, seus valores ao final da segunda produção (510 DAG) foram de 25; 81,2; 31,2; 31,2 e 56,2 % com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4 e F5,

respectivamente. Como consequência do baixo índice de sobrevivência, verifica-se, em relação aos coeficientes de variação (Tabela 15) e pelos dados da Tabela 17, que a maior variabilidade dos dados ocorreu nas duas últimas avaliações, fato este que pode estar associado à ocorrência da podridão de botryodiplodia, uma vez que nesta época diversas plantas foram atacadas pela doença. Segundo Beltrão et al. (2002a), a poda da mamoneira deverá ser realizada, dando continuidade ao segundo ano de cultivo, se pelo menos 80 % das plantas estiverem vivas e sadias. Weiss (1983) recomenda para a mamoneira, no máximo uma poda, para evitar aumento da ocorrência de pragas e doenças.

Outro fator que também contribuiu para que ocorressem baixos índices de sobrevivência, foi a realização da poda no final da produção dos racemos quaternários, esta informação corrobora com os dados de Gondim et al. (2010), segundo estes autores, quanto maior for o intervalo de tempo entre a colheita do primeiro racemo e a poda, menor será o índice de sobrevivência.

4.1.2 – Efeito nos componentes de produção

4.1.2.1 - Número e massa dos racemos e produção de grãos por planta

No primeiro ciclo de produção, verificou-se, por meio dos quadrados médios de tratamentos, um efeito significativo das fontes de adubação quanto ao número médio de racemos por planta ($p \leq 0,01$), massa do racemo ($p \leq 0,01$) e produção de grãos por planta ($p \leq 0,01$). No segundo ano, apenas o número médio de racemos por planta apresentou efeito significativo ($p \leq 0,05$) (Tabela 18).

Tabela 18. Resumo das análises das variâncias para os dados (por planta) de número médio de racemos, massa do racemo e produção de grãos.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Primeiro ciclo de produção		
		Nº de racemos por planta	Massa do racemo	Produção de grãos por planta
Bloco	3	32,53 ^{ns}	149730,21 ^{ns}	66832,66 ^{ns}
Fonte de adubação	4	155,73 ^{**}	933855,43 ^{**}	413671,44 ^{**}
Resíduo	12	19,77	109404,92	47849,56
CV		31,12	34,47	35,16
FV	GL	Segundo ciclo de produção		
Bloco	3	13,84 [*]	41243,12 ^{**}	19573,70 [*]
Fonte de adubação	4	9,56 [*]	14342,20 ^{ns}	5408,01 ^{ns}
Resíduo	12	2,35	5025,89	2162,96
CV		65,95	71,17	68,64

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo.

Os maiores números de racemos por planta (NRP) foram verificados com a utilização das fontes F5 (21) > F3 (20) > F2 (13) > F4 (12), não diferindo suas médias entre si (Tabela 19). O menor número de racemo por planta (7) foi observado com a ausência de adubação, contudo, este valor não diferiu estatisticamente dos tratamentos que receberam as fontes composto orgânico I (F2) e adubação mineral (F4).

Vale ressaltar que além da influencia das fontes de adubação, a produção dos racemos, durante o primeiro ano de cultivo, foi favorecida pela precipitação total ocorrida durante os meses de maio (2007) a janeiro (2008), que foi de 803 mm. De acordo com Azevedo et al. (2001), este volume de precipitação pluvial é considerado bom, pois, para a planta produzir satisfatoriamente, é necessário pelo menos 500 mm de chuva bem distribuída nos 100 primeiros dias correspondentes ao início do florescimento da mamona (AZEVEDO e GONDIM, 2010). Estas informações são importantes, uma vez que, o surgimento dos racemos novos é paralisado com a seca (BELTRÃO et al., 2003a).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 19. Médias (por planta) do número médio de racemos (NRP), massa do racemo (g) e produção de grãos em gramas, nos diferentes tratamentos.

Ciclo de produção	DMS	Fontes de adubação				
		F1	F2	F3	F4	F5
----- NRP -----						
Primeiro	10,02	7,00b	13,00ab	20,00a	12,00ab	21,0 a
Segundo	3,45	0,81b	3,56ab	4,31a	1,06ab	1,87ab
----- massa do racemo (g)-----						
Primeiro	745,74	313,06b	867,49ab	1457,71a	740,40ab	1419,16a
Segundo	159,83	43,37a	126,54a	188,85a	50,99a	88,31a
----- PGP (g)-----						
Primeiro	493,18	198,39c	559,99abc	970,85a	467,79bc	913,39ab
Segundo	104,85	33,99a	82,50a	122,70a	35,89a	63,69a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si dentro do mesmo ciclo de produção, nos respectivos tratamentos (Teste de Tukey, $P \leq 0,05$).

Os números médio de racemos por planta obtido no primeiro ano foram superiores aos apresentados no segundo ano para a cultivar “BRS 149 Nordestina” que, em condições de sequeiro, produz em média 5,2 racemos (EMBRAPA ALGODÃO, 2002). Na ausência de adubação, o número de racemos foi considerado médio (5 a 7) e com a utilização das fontes F2, F3, F4 e F5 foi alto (> 7), segundo a classificação proposta por Savy Filho et al. (1999b). No segundo ciclo de produção, o maior NRP também foi observado com a utilização do composto orgânico II (F3), não diferindo significativamente das fontes F2, F4 e F5. Na ausência de adubação, verificou-se o menor NRP, desta vez, com média inferior a 1. Vale salientar que, no segundo ano, independente da fonte utilizada, o número de racemo por planta foi considerado baixo (< 5).

Em média, no primeiro ano, os racemos mais pesados foram obtidos com a aplicação das fontes F3, F5, F2 e F4 com 1457,71; 1419,16; 867,49 e 740,40 g respectivamente, não havendo diferença estatística entre as médias destes tratamentos. A massa do racemo obtida das plantas com a ausência de adubação (F1) também não diferiu estatisticamente daquelas adubadas com composto orgânico I (F2) e adubação mineral (F4). No segundo ciclo de produção, a massa dos racemos foi reduzida, não diferindo estatisticamente, tais resultados diferem dos encontrados por Távora et al. (1988), Aires et al. (2008) e Diniz et al. (2008), que não verificaram diminuições expressivas na produção de sementes no segundo ciclo de produção após a poda.

Quanto à produção de grãos por planta (PGP), a utilização das fontes composto orgânico II (F3), esterco bovino (F5) e composto orgânico I (F2) propiciaram os melhores resultados com 970,85; 913,39 e 559,99 g por planta, não diferindo estatisticamente entre si. A produção obtida com adubação mineral (F4) também não diferiu daquelas obtidas com as fontes F5, F2 e F1. Interessante observar que as maiores produções de grãos foram obtidas pelos mesmos tratamentos do número de racemos por planta e da massa dos racemos corroborando com Koutroubas et al. (2000) que mostram que a produtividade da mamoneira está intimamente relacionada com a massa dos racemos e das sementes.

Souza et al. (2007a) avaliando épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira, colheram 637,75 g de sementes por planta, com irrigação e, 266,04 g em condições de sequeiro. Nesta ocasião, a adubação foi realizada com 60-30-10 kg ha⁻¹ de NPK, nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, aplicando-se em fundação todo o fósforo e potássio, quanto ao nitrogênio, 1/3 foi aplicado em fundação e 2/3 em cobertura aos 30 e 60 dias após o plantio.

Os melhores resultados observados no primeiro ano de ciclo da mamoneira, devem estar associados à fertilidade do solo, ausência de doenças e ao maior ciclo da cultura, que favoreceu o surgimento de racemos de até quarta ordem. No segundo ano, ocorreu uma diminuição na PGP em todas as fontes de adubação, variando de 33,99 g (ausência de adubação – F1) a 122,70 g (composto orgânico II - F3) não diferindo estatisticamente suas médias entre si.

4.1.2.2 - Comprimento, número de frutos, massa do racemo e massa de grãos por racemo.

No primeiro ciclo de produção, apenas os componentes massa do racemo e massa dos grãos por racemo apresentaram efeito significativo. Na segunda produção, os componentes avaliados não foram influenciados significativamente pelas fontes de adubação (Tabela 20).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 20. Resumo das análises das variâncias para os dados (por racemo) de comprimento médio do racemo, número de frutos, massa do racemo e massa dos grãos.

		Quadrados Médios			
FV	GL	Primeiro ciclo de produção			
		Comprimento do racemo	Número de frutos	Massa do racemo	Massa dos grãos
Bloco	3	0,372 ^{ns}	5,390 ^{ns}	19,45 ^{ns}	11,795 ^{ns}
Fonte de adubação	4	1,968 ^{ns}	9,011 ^{ns}	321,20*	155,23*
Resíduo	12	1,983	5,990	79,92	33,37
CV		11,57	12,22	13,87	13,86
		Segundo ciclo de produção			
FV	GL				
Bloco	3	21,08 ^{ns}	48,72 ^{ns}	840,81*	422,37*
Fonte de adubação	4	16,65 ^{ns}	57,52 ^{ns}	231,98 ^{ns}	93,96 ^{ns}
Resíduo	12	12,35	24,94	184,61	121,05
CV		39,15	39,59	37,01	42,50

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo.

Quanto ao comprimento dos racemos, os maiores valores foram verificados no primeiro ciclo de produção, variando de 10,93 a 12,67 cm com a utilização das fontes F1 e F3, respectivamente. No segundo ano, o comprimento variou de 6,37 a 11,53 cm para as fontes F1 e F5, respectivamente (Tabela 21). Contudo, para essa variável, não houve diferença significativa com o uso das fontes de adubação, em nenhum ciclo de produção. A não significância deve estar associada à média aritmética obtida de todos os racemos produzidos para cada ciclo, não levando em consideração a ordem do mesmo separadamente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 21. Médias (por racemo) do comprimento médio do racemo (cm), número de frutos, massa do racemo (g) e massa dos grãos em gramas, nos diferentes tratamentos. (g).

Ciclo de produção	DMS	Fontes de adubação				
		F1	F2	F3	F4	F5
----- Comprimento do racemo (cm) -----						
Primeiro	3,17	10,93a	12,40a	12,67a	12,42a	12,43a
Segundo	7,92	6,37a	8,14a	8,36a	10,48a	11,53a
----- Número de frutos -----						
Primeiro	5,51	18a	20a	21a	21a	19a
Segundo	11,26	8a	12a	11a	16a	17a
----- Massa dos racemos (g) -----						
Primeiro	20,15	49,81b	67,49ab	73,66a	63,46ab	67,90ab
Segundo	30,63	23,78a	37,87a	38,16a	43,90a	39,82a
----- Massa dos grãos (g) -----						
Primeiro	13,02	32,03b	43,49ab	48,92a	40,22ab	43,73ab
Segundo	24,80	18,59a	25,62a	24,67a	30,85a	29,70a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si dentro do mesmo ciclo de produção mesma cultura, nos respectivos tratamentos (Teste de Tukey, $P \leq 0,05$).

Importante é observar que o maior comprimento de racemo verificado neste trabalho (12,67 cm) foi inferior aos valores 31 e 33 cm citados por Embrapa Algodão (2002) e Carvalho (2005), respectivamente, para a cultivar “BRS 149 Nordestina”. Porém, os autores citados não informam de quais ordens de racemos foram obtidas tais médias, o que pode justificar, parcialmente, estas diferenças. Outra informação importante é que, no presente estudo, considerou-se apenas o comprimento efetivo, ou seja, a região da raque provida de frutos dos racemos de até quarta ordem.

No segundo ciclo de produção, o comprimento do racemo diminuiu, provavelmente, por apresentar menor massa em todos os tratamentos. Além disso, o retardamento da poda (Março/2008) também pode ter prejudicado este componente de produção, confirmando informações de Rêgo Filho et al. (2006) que observaram redução do comprimento do racemo da cultivar “BRS 149 Nordestina” de 27 para 22 cm com a mudança da época de plantio de março para abril.

Verificou-se um comportamento semelhante, para o número de frutos, independente do

ciclo de produção, não diferindo entre as fontes de adubação. Os maiores valores foram observados com a utilização do composto orgânico II (F3) e adubação mineral (F4) no primeiro ano e esterco bovino (F5) no segundo ciclo de produção. O menor número de frutos foi verificado com a ausência de adubação (Tabela 21).

De um modo geral, a média (das quatro ordens do racemo) de 21 frutos por racemo, para a cultivar “BRS 149 Nordestina” é considerada baixa uma vez que, a mamoneira apresenta de 35 a 37 frutos por racemo, Embrapa Algodão (2002) e Carvalho (2005), respectivamente. Drumond et al. (2006) registraram valores de até 64 frutos levando em consideração apenas o racemo principal. Tais variações devem-se, certamente, às condições edafoclimáticas, ao manejo cultural aplicado, bem como ao número de ordens de racemo, considerada em cada estudo, para o cálculo da característica em questão.

Das fontes de adubação utilizadas neste trabalho, as que promoveram maiores valores para massa dos racemos e dos grãos foram: o composto I (F2) e II (F3), adubação mineral (F4) e esterco bovino (F5), não diferindo estatisticamente suas médias entre si durante a mesma produção. Os menores valores desses componentes foram obtidos com a ausência de adubação nos dois anos de produção (Tabela 21).

A massa dos grãos no segundo ciclo de produção foi inferior em relação ao primeiro ano, em média: 49,6%; 42,0%; 41,1%; 32,1% e 23,3% para as fontes F3, F1, F2, F5 e F4, respectivamente. A ocorrência das doenças podridão de *botryodiplodia* e do mofo cinzento verificados no segundo ciclo de produção, provavelmente ocasionaram a redução não apenas da massa dos grãos, mas também, do comprimento e da massa do racemo e do número de frutos. Kimati (1980) verificou que a incidência do mofo cizento afeta o teor de óleo e a qualidade das sementes, tornando-as chochas.

4.1.2.3 - Estudo de correlações

A análise de correlação foi realizada considerando todos os racemos (primário, secundário, terciário e quaternário) colhidos nos dois ciclos da cultura em função de cada fonte de adubação. Na Tabela 22, são apresentados os coeficientes de correlação entre as características: comprimento do racemo (CRAC), massa do racemo (MRAC), produção de grãos (PG), número de frutos (NFR), número de grãos (NG) por planta e rendimento percentual de grãos (RPG).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 22. Coeficientes de correlação linear de Pearson entre algumas características agronômicas da mamoneira em função das fontes de adubação nos dois primeiros anos de cultivo.

Características agronômicas	CRAC					MRAC					PG					NFR					NG					RPG					
	Fontes de adubação																														
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	
Primeiro ano de produção																															
DEBU	**	*	**	*	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	*	ns	**	**	*	*	ns	**	**	*	*	1	1	1	1	1	
NG	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	1	1	1	1	1	ns	*	**	ns	ns
NFR	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**	ns	*	*	ns	*	
PG	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	ns	**	
MRAC	**	**	**	**	**	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	*	**	ns	*	
CRAC ns	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	
Segundo ano de produção																															

** significativo ($p \leq 0,01$) e ^{ns} não significativo, respectivamente, pelo Teste t. CRAC, comprimento do racemo; MRAC, massa do racemo por planta; PG, produção de grãos; NFR, número de frutos; NG, número de grãos e RPG, rendimento percentual de grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos dois anos, a produção de grão (PG) obtida nas diferentes fontes de adubação, correlacionou-se positivamente com as características comprimento do racemo (CRAC), número de frutos (NFR), massa do racemo (MRAC), número de grãos (NG) e rendimento percentual de grãos (RPG). A produção de grãos obtida nas plantas cultivadas na ausência de adubo (F1) não se correlacionou com o rendimento percentual de grãos nos dois anos de cultivo, o mesmo também foi observado com a utilização da adubação mineral no segundo ano de cultivo.

A massa do racemo, em todas as fontes de adubação, foi positivamente correlacionada com NFR e com CRAC, evidenciando-se que MRAC é o resultado da combinação, número de frutos e comprimento do racemo. Essa informação é importante uma vez que a produção de racemos mais pesados pode significar a obtenção de elevadas produtividades e, conseqüentemente, altos rendimentos de óleo (MELO et al., 2004; KOUTROUBAS et al., 2000).

O número de frutos também foi altamente correlacionado com o comprimento do racemo. O mesmo ocorreu no trabalho de Pinheiro et al. (2006), onde se verificou alta correlação entre o número de frutos e de sementes para as variedades BRS-188 Paraguaçu, BRS-149 Nordestina, SMS Pernambucana, CSRN 393 e CNPAM 200-79.

A interação rendimento percentual de grãos (RPG) versus massa do racemo (MRAC) produção de grão (PG), número de frutos (NFR) e número de grãos (NG) verificada na ausência de adubo (F1) não foi significativa. A diminuição do tamanho do racemo ao longo do ciclo da cultura e o aumento do número de grãos murchos, foram os principais responsáveis para a não correlação entre RPG e as demais características de produção. Adubando a mamoneira com esterco de curral, o RPG não se correlacionou com comprimento do racemo (CRAC) nem com a massa dos racemos (MRAC), nessa última interação, a utilização do adubo mineral (F4) também não promoveu correlação significativa. No segundo ano de cultivo, o RPG obtido com a utilização das fontes F1 não se correlacionou significativamente com nenhuma característica agrônômica, o mesmo foi verificado com a utilização da fonte F4, exceto entre a interação RPG x CRAC.

Segundo Savy Filho (1999), caracteres como número de frutos por planta, número de racemo por planta e o peso de sementes constituem componentes principais da produtividade da mamoneira. De acordo com Beltrão et al. (2007), para cultivares de ciclo médio e de porte anão a médio (BRS-149 Nordestina), um dos principais componentes é o número de frutos por racemos.

4.1.3 - Efeito no crescimento e na produtividade

4.1.3.1 - Altura da inserção do racemo primário, diâmetro do caule, precocidade e número de internódios.

Pelo resumo das análises das variâncias para os dados da altura da inserção do racemo primário, diâmetro caulinar, precocidade e número de internódios, percebeu-se que as fontes de adubação utilizadas influenciaram significativamente as características em estudo, em nível de 1% de probabilidade (Tabela 23).

Tabela 23. Resumo das análises das variâncias para os dados da altura da inserção da primeira inflorescência, diâmetro do caule, início da floração e número médio de internódios até a primeira inflorescência.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Altura de planta	Diâmetro caulinar	Início da floração	Nº de internódios
Bloco	3	15,46 ^{ns}	0,006 ^{ns}	19,87 ^{ns}	0,130 ^{ns}
Adubo	4	228,64 ^{**}	0,561 ^{**}	1345,15 ^{**}	21,10 ^{**}
Resíduo	12	26,57	0,0156	24,13	0,240
CV		6,57	5,44	7,34	4,90

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo.

Na ausência de adubação (F1), verificou-se um atraso no início do florescimento e, conseqüentemente, maior número de internódios, altura da inserção da primeira inflorescência e menor diâmetro caulinar (Tabela 24). Esses resultados mostraram-se concordantes com os observados por Ferreira et al. (2004a), Ferreira et al. (2004b), Santos et al. (2004a), Santos et al. (2004b) e Nakagawa e Neptune (1971), os quais mostraram que a mamoneira sofre sérias restrições em seu crescimento quando ocorrem baixos teores de nutrientes no solo, sendo menos precoce se comparada com a planta adubada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 24. Valores médios da altura da inserção da primeira inflorescência (cm) e diâmetro caulinar médio (cm) da mamoneira, em função dos tratamentos.

DMS	Fontes de adubação				
	F1	F2	F3	F4	F5
	----- Altura de planta (cm)-----				
11,62	87,31 b	79,12 b	80,53 b	79,06 b	66,41 a
	----- Diâmetro caulinar (cm)-----				
0,28	1,65 b	2,44 a	2,62 a	2,37 a	2,41 a
	----- Início da floração (dias)-----				
11,07	91 b	56 a	53 a	83 b	52 a
	-----Número de internódios-----				
1,10	13 b	9 a	8 a	12 b	8 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si nos respectivos tratamentos (Teste de Tukey, $P \leq 0,05$).

A altura do primeiro racemo (APR) é uma característica ligada à precocidade da planta, sendo considerada mais precoce a planta que lança o primeiro racemo em menor altura (BELTRÃO, 2002). No presente trabalho, a APR foi influenciada pelas fontes de adubação. A mamoneira que recebeu esterco de curral (F5) apresentou altura 31,47 % menor do que aquelas que foram cultivadas na ausência de adubação (F1), valor que foi significativo a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Comparando a utilização das fontes orgânicas, composto orgânico I (F2), composto orgânico II (F3) e esterco de curral (F5), percebeu-se que a altura da primeira inflorescência foi maior nas plantas adubadas com F2 e F3. Entretanto, neste caso, a altura não parece ser o melhor indicador de precocidade e sim o início da floração, uma vez que os primeiros racemos surgiram aos 56, 53 e 52 dias após a germinação com o uso das fontes F2, F3 e F5, respectivamente, cujas médias não diferiram estatisticamente entre si. Comportamento semelhante também é observado para número de internódios com a utilização das fontes orgânicas. Esse resultado é interessante, uma vez que uma cultivar precoce aproveita melhor o período chuvoso.

Com a aplicação da adubação mineral, a primeira inflorescência surgiu aos 83 DAG, o que corrobora com as informações de Lucena et al. (2008), na qual observaram florações a partir dos 90 dias após a emergência com a aplicação de 70 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P e 60 kg ha⁻¹ de

K, na forma de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Segundo a literatura, para a cultivar BRS – 149 Nordestina, o intervalo médio de emergência ao primeiro racemo é de 50 dias (CARTAXO et al., 2004).

Severino et al. (2006d), registraram aos 130 dias após o plantio da mamoneira, num espaçamento 2 x 1m (entre linhas x entre plantas na linha), 1,11m de altura caulinar referente ao primeiro racemo, 37,71mm de diâmetro caulinar e 21,35 internódios. Segundo Santos et al. (2008c) e Bahia et al. (2008) a cultivar BRS – 149 Nordestina inicia a floração do racemo primário aos 69 dias após a germinação, apresentando, nesse instante, 58,76 cm de altura e 15,7 internódios.

Mesmo trabalhando com uma única cultivar (BRS – 149 Nordestina), verificou-se, com a utilização de diferentes fontes de adubação, desigualdade na emissão da primeira inflorescência, variando de 52 a 91 dias após a germinação com a utilização das fontes F5 e F1, respectivamente. No presente trabalho, diversos fatores podem ter influenciado no período de floração como a fertilidade do solo, insolação, e outros. Em condições de elevada disponibilidade hídrica, a mamoneira privilegia o crescimento vegetativo, podendo ocorrer atraso na floração e frutificação (HEMERLY, 1981). Contudo, durante a condução do experimento, houve uma boa distribuição pluviométrica em toda área experimental, estando assim, descartada a influência do fator precipitação na variação do início da floração.

Os maiores valores para diâmetro caulinar mensurados no início da primeira inflorescência foram obtidos com a utilização das fontes F3, F2, F5 e F4, com médias de 2,62; 2,44; 2,41 e 2,37 cm, respectivamente. Entretanto, estes valores foram superiores estatisticamente apenas ao obtido com a ausência de adubação (F1). Independente da fonte utilizada, as médias do diâmetro caulinar foram inferiores aos obtidos por Bahia et al. (2008) para a cultivar BRS-149 Nordestina que foi de 5,20 cm e, segundo Savy Filho et al. (1999b) podem ser classificados como finos (< 3cm).

4.1.3.2 - Produtividade de grãos, rendimento percentual de grãos e número de ramos no final de cada ciclo.

A produtividade de grãos e o número de ramos no final do primeiro ciclo foram influenciados significativamente pelos tratamentos estudados, a 1% e 5% pelo teste F. No final

RESULTADOS E DISCUSSÕES

do segundo ciclo, não se verificou significância estatística em nenhuma variável analisada (Tabela 25).

Tabela 25. Resumo das análises das variâncias para os dados de produtividade de grãos, rendimento percentual de grãos e número de ramos laterais da mamoneira ao final dos dois ciclos de cultivo.

		Quadrados Médios		
FV	GL	Primeiro ciclo de produção		
		Produtividade de grãos	Rendimento percentual de grãos	Número de ramos
Bloco	3	417723,07 ^{ns}	2,469 ^{ns}	5,591 ^{ns}
Fonte de adubação	4	2585442,58 ^{**}	4,999 ^{ns}	8,628 [*]
Resíduo	12	299058,14	6,078	2,169
CV		35,16	3,81	19,77
FV	GL	Segundo ciclo de produção		
Bloco	3	122333,36 ^{**}	375,42 ^{ns}	1,33 ^{ns}
Fonte de adubação	4	33799,48 ^{ns}	795,06 ^{ns}	4,25 ^{ns}
Resíduo	12	13518,95	448,14	1,87
CV		68,64	33,53	31,55

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo.

No primeiro ciclo de produção, as mamoneiras adubadas com composto orgânico II (F3), esterco de curral (F5) e composto orgânico I (F2), conferiram as maiores produtividades de grãos, 2.427,14; 2.283,47 e 1.399,99 kg ha⁻¹, respectivamente. A menor produtividade foi observada na ausência de adubação, porém, sem diferir estatisticamente das fontes F2 e F4 (Tabela 26).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 26. Médias de produtividade de grãos, rendimento percentual de grãos e número de ramos laterais da mamoneira ao final dos dois ciclos de cultivo.

Ciclo de produção	DMS	Fontes de adubação				
		F1	F2	F3	F4	F5
-----Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)-----						
Primeiro	1.232,95	495,99c	1.399,99abc	2.427,14a	1.169,50bc	2.283,47ab
Segundo	262,14	84,98a	206,25a	306,74a	89,73a	159,22a
----- Rendimento percentual de grãos (%)-----						
Primeiro	5,55	64,56a	64,43a	66,43a	63,35a	64,37a
Segundo	47,72	39,06a	66,40a	64,74a	69,74a	75,73a
-----Número de ramos-----						
Primeiro	3,32	5 b	7 ab	8 ab	9 a	8 ab
Segundo	3,08	3a	4a	4a	5a	5a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si dentro do mesmo ciclo de produção, nos respectivos tratamentos (Teste de Tukey, $P \leq 0,05$).

Estes resultados demonstram a importância da adubação como promotora de melhores produtividades. Segundo Cannechchio Filho e Freire (1958) e Nakagawa e Neptune (1971) a quantidade de nutriente absorvida aos 133 dias após a germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO, respectivamente.

Pacheco et al. (2006) utilizando doses de 0, 36, 72, 108 e 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅; e 0, 20, 40, 60 e 80 kg ha⁻¹ de N, combinadas pela matriz experimental do quadrado duplo sob 30 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, na adubação da mamoneira, obtiveram a máxima produtividade econômica de 2.836,8 kg ha⁻¹ de bagas, associando doses de 20 P₂O₅, 30 K₂O e 0 N, em kg ha⁻¹. No entanto não houve resposta significativa à adubação nitrogenada, fato atribuído a alta concentração de matéria orgânica do solo, a qual, através de processo de mineralização, provavelmente disponibilizou N em quantidade exigida pela cultura. Já Severino et al. (2006d) obtiveram a maior produtividade de sementes (1.172,5 kg ha⁻¹) combinando 2.500 kg ha⁻¹ de material orgânico com 55 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ de P e 50 kg ha⁻¹ de K.

A baixa produção de racemos/planta no segundo ciclo de cultivo, fez com que a produtividade não diferisse entre fontes de adubação, como também, promoveu uma redução

RESULTADOS E DISCUSSÕES

considerável em relação à primeira produtividade na ordem de: 82,86%; 85,26%; 87,36%; 92,32% e 93,02% com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4, e F5, respectivamente. Neste caso, a adubação realizada apenas no plantio (primeiro ano de cultivo) e a ocorrência das doenças podridão de botryodiplodia e mofo acinzentado, foram os principais responsáveis por esta redução. Távora et al. (1988), também verificaram redução na produtividade de grãos no segundo ano de cultivo em plantas podadas na ordem de 39,13%. Os mesmos autores também observaram a ocorrência de plantas mortas com o fim da primeira produção, entretanto, não relataram os motivos.

Ainda com relação ao segundo ciclo de produção, as primeiras inflorescências (independente da fonte de adubação) foram formadas no início do mês de julho/2008 (420 DAG), sendo necessário, aproximadamente, 50 dias para que ocorresse a maturação dos primeiros racemos. Como as plantas foram podadas, observou-se apenas a formação de racemos secundários, em média: 1 (F1 e F4), 2 (F5), 3 (F2) e 4 racemos/planta (F3). Quanto ao primeiro ano, estas informações serão discutidas detalhadamente no sub-tópico seguinte (4.1.3.3).

Mesmo com um índice de sobrevivência de 31,2% (Tabela 15), no segundo ciclo de produção, as plantas adubadas com composto orgânico II (F3) promoveram a maior produtividade (306,74 kg ha⁻¹). Tal fato suscita a hipótese de que houve uma maior disponibilidade de fósforo presente neste adubo, isto porque, Severino et al. (2006d) verificaram que este elemento é, dentre os demais nutrientes, o de maior importância para o aumento de produtividade e teor de óleo nos grãos.

Ao analisar a Figura 17, percebe-se que a primeira produção foi responsável por 85,4%; 87,2%; 88,8%; 92,9% e 93,5% da produtividade total com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente. A segunda safra, como já foi destacado anteriormente, pouco contribuiu, chegando a menos de 10% com as fontes F4 e F5. A viabilidade em se colher a segunda produção, nas condições em que este trabalho foi realizado, será discutido no tópico “avaliação econômica”.

Nos dois ciclos de produção, constatou-se que as médias do rendimento relativo de grãos não diferiram estatisticamente entre fontes de adubação, cujos valores variaram de 63,35% a 66,43% e 39,06% a 75,73% no primeiro e segundo ano respectivamente. O rendimento de 39,06% verificado na ausência de adubação foi resultado da ocorrência das doenças (podridão de

botryodiplodia e mofo acinzentado) e da baixa fertilidade do solo (Tabela 12), fazendo com que fosse verificado neste tratamento, o maior número de grãos chochos, aproximadamente 40,1% já nos primeiros racemos.

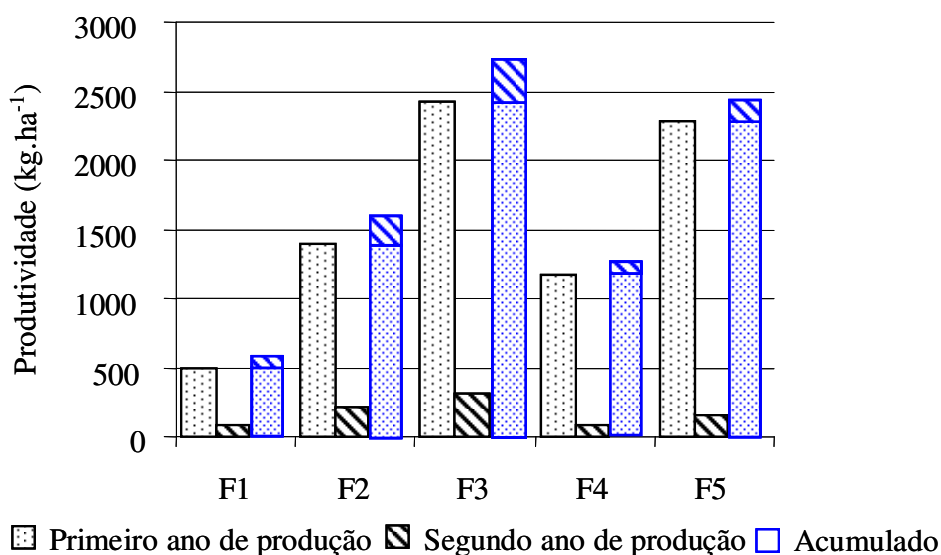


Figura 17. Produtividade média de grãos da mamoneira, cultivar “BRS 149 Nordestina” no primeiro e segundo ciclo de produção, assim como o acumulado dos dois anos.

Vale a pena ressaltar, que neste sub-tópico não se levou em consideração a ordem do racemo, logo, os dados de produtividade e de rendimento percentual de grãos representam uma média geral, em função das fontes de adubação e do ano de cultivo. Esta informação é importante uma vez que Banzatto et al. (1976) afirmam que a porcentagem de sementes chochas aumenta do racemo primário para os subsequentes.

Comparando os anos de produção dentro da mesma fonte de adubação, verifica-se, com exceção da fonte F1, que os valores de rendimento percentual de grãos foram semelhantes. Estes resultados evidenciam que em condições favoráveis, independente da fonte de adubação utilizada e do ano de cultivo, o percentual de rendimento do grão será mantido praticamente o mesmo. Assim, o comprimento do racemo, como já foi discutido no sub-tópico 4.1.2.3, poderá ser adotado como um indicador de alta produtividade.

De um modo geral, os valores de rendimento de grãos encontrados neste trabalho, estão condizentes com os citados por Duke (1983), que foi de 65% a 75%, dependendo do grau de

maturação dos frutos, da cultivar e das condições ambientais e, também é semelhante ao citado por Savy Filho et al. (1990) para a cultivar IAC 226 que é de 66%.

Quanto ao número de ramos laterais, as plantas adubadas com fertilizante mineral (F4), composto orgânico II (F3), esterco bovino (F5) e composto orgânico I (F2) promoveram as maiores médias, sem diferirem estatisticamente entre si. Na ausência de adubação, as plantas apresentaram apenas 5 ramos, cujo valor não diferiu estatisticamente daqueles verificados com a utilização das fontes F2, F3 e F5. No final do segundo ano de cultivo, o número de ramos laterais não diferiu significativamente entre fontes de adubação, cujos valores médios variaram entre 3 (F1) e 5 ramos (F4 e F5).

Se a colheita for realizada mecanicamente, o elevado número de ramos laterais se torna indesejável, uma vez que, a altura do ramo varia em função da ordem do racemo. Porém, em se tratando de agricultura familiar, onde a colheita manual é uma prática comum, muitos ramos podem significar elevado número de racemos por planta, e conseqüentemente maior potencial produtivo.

Neste trabalho, verificou-se correlação positiva e significativa ao nível de 5% pelo teste t (0,5329^{*}), entre número de ramos laterais e produtividade apenas no primeiro ciclo de produção. No segundo ano, a significância entre estes parâmetros foi de 0,2336^{ns}, a ocorrência do mofo cinzento foi a principal responsável por este resultado, uma vez que vários racemos não se desenvolveram em virtude desta doença.

4.1.3.3 - Contribuição relativa da ordem do racemo sobre algumas características de produção

A contribuição relativa da ordem do racemo sobre algumas características de produção foi realizada tomando-se apenas os dados do primeiro ciclo de produção, uma vez que se verificaram racemos até a quarta ordem. Para os valores médios de altura das plantas; comprimento e número de racemos colhidos em função da ordem; dias para o início da inflorescência do racemo primário (IFRP), secundário (IFRS), terciário (IFRT) e quaternário (IFRQ) e dias para a maturação dos racemos primários (MRP), secundário (MRS), terciário (MRT) e quaternário (MRQ), não se realizou nenhuma análise estatística. Os dados estão representados na forma de gráficos como pode ser observado na Figura 18.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

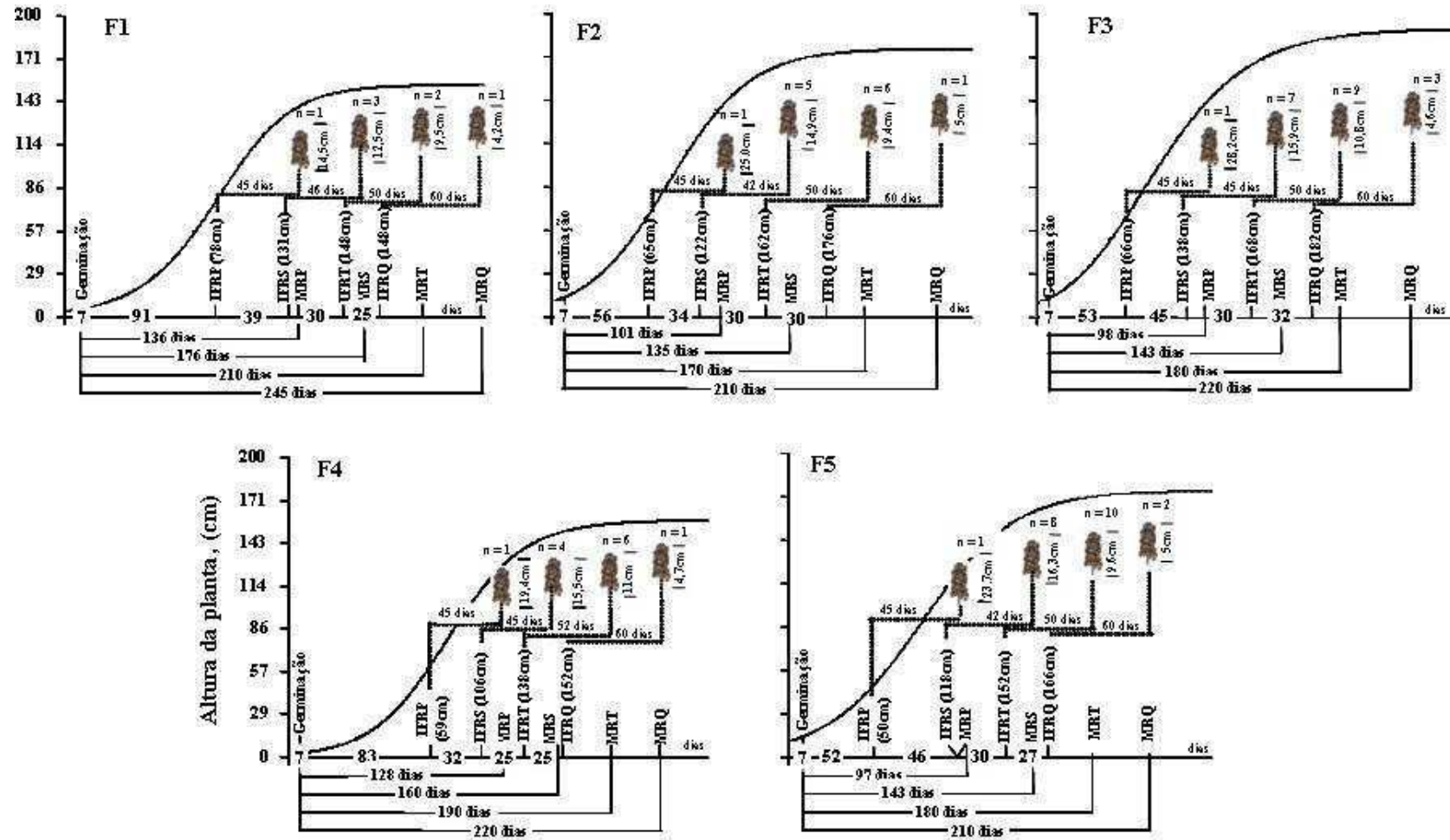


Figura 18. Ciclo evolutivo da mamoneira no primeiro ciclo de produção. Início do florescimento do racemo primário (IFRP), Início do florescimento do racemo secundário (IFRS), Início do florescimento do racemo terciário (IFRT), Início do florescimento do racemo quaternário (IFRQ), maturação do racemo primário (MRP), maturação do racemo secundário (MRS), maturação do racemo terciário (MRT) e (MRQ) maturação do racemo quaternário.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As sementes de mamona utilizadas no experimento, com todas as fontes de adubação, germinaram em média aos sete dias após o plantio. A primeira inflorescência, denominada racemo ou cacho primário, esteve completamente formada aos 91, 56, 53, 83 e 52 dias após a emergência; com a emissão da inflorescência secundária aos 130, 90, 98, 115 e 98 dias; as terciárias, aos 150, 120, 128, 140 e 128 dias e, por fim, as quaternárias, aos 175, 150, 160, 165 e 155 dias da emergência, com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente. Santos et al. (2008c) estudando o desempenho vegetativo de cultivares de mamona em regime de sequeiro no município de Angical, verificaram para a cultivar BRS-149 Nordeste florescimento do racemo primário iniciando aos 68 dias após a emergência (DPE). Para outro autor, tal como Beltrão (2002), a emissão da primeira inflorescência ocorre entre 50 e 60 dias após a germinação. Para Rodrigues (2008) as emissões nas cultivares BRS Paraguaçu e BRS Nordeste aconteceram, em média, aos 54 e 50 dias após o semeio (DAS), respectivamente. Já Lucena et al. (2008) observaram início da floração da cultivar BRS Nordeste aos 90 DAS e, na BRS Paraguaçu aos 79 DAS.

Vale destacar que plantas que iniciam a fase de florescimento mais rápida, aproveitam melhor o inverno, aumentando a probabilidade de produção dos racemos primários e secundários, estes com maior participação na produção final de grãos, características estas que foram destacadas por vários autores (CORREA et al., 2006; SOUZA et al., 2007b; TAVORA, 1982).

A altura de inserção do racemo primário no momento da sua formação variou de 50 a 78cm com a utilização das fontes F5 e F1, respectivamente, na formação dos quaternários, a variação foi de 148 a 182cm, para F1 e F3, respectivamente e, na formação dos racemos secundário e terciários utilizando as fontes F4 e F3, respectivamente; a variação foi de 106 a 138cm e 138 a 168cm. A altura média de inserção do racemo primário verificado neste trabalho foi menor em relação ao encontrado por Severino et al. (2006d), que foi de 111 cm num espaçamento 2 x 1m (entre linhas x entre plantas na linha).

O racemo primário maturou aos 136, 101, 98, 128 e 97 dias após a emergência (DAE); o racemo secundário aos 176, 135, 143, 160 e 143 DAE; os terciários, aos 210, 170, 180, 190 e 180 DAE e, por fim, os quaternários, aos 245, 210, 220, 220 e 210 DAE, com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente. Santos et al. (2008c) verificaram maturação do racemo primário aos 87 dias após a emergência.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação ao comprimento efetivo dos racemos, independente da fonte de adubação utilizada, os maiores valores foram: primários > secundários > terciários > quaternários. Essa seqüência coincide com os dados de Corrêa et al. (2008).

A massa do racemo, número de grãos por planta, produtividade, massa de 100 grãos, comprimento e largura do grão da mamoneira, foram analisadas segundo a categoria do racemo e as fontes de adubação utilizadas. Pela análise da variância, verificou-se que as fontes de adubação, bem como a interação entre fontes e ordem de racemo influenciaram significativamente a massa do racemo, grãos por planta e produtividade a 1% de probabilidade pelo teste F. As médias do comprimento e da largura do grão, variaram apenas significativamente em função da ordem do racemo. Já para a massa de cem grãos foi verificada variação estatística no nível de 1% de probabilidade com a utilização das fontes e em função da ordem do racemo (Tabela 27).

Tabela 27. Resumo das análises de variância para os dados de massa dos racemos, grãos por planta, produtividade, massa de 100 grãos, comprimento e largura do grão da cultivar “BRS 149 Nordestina” em função da ordem do racemo.

FV	GL	Quadrados Médios					
		Massa racemo	Grãos por planta	Produtividade	Massa de 100 grãos	Comprimento do grão	Largura do grão
-----Primeiro ciclo de produção-----							
Bloco	3	37432,4 ^{ns}	39171,7 [*]	104432,6 ^{ns}	44,4 ^{ns}	0,036 ^{ns}	0,022 ^{ns}
Fonte de adubação (A)	4	233463,6 ^{**}	156127,9 ^{**}	646361,9 ^{**}	1226,3 ^{**}	0,051 ^{ns}	0,024 ^{ns}
Ordem (O)	3	673120,8 ^{**}	570082,7 ^{**}	1683308,4 ^{**}	1142,6 ^{**}	1,703 ^{**}	4,144 ^{**}
A x O	12	45977,9 ^{**}	31258,7 [*]	121494,8 ^{**}	104,6 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,020 ^{ns}
Resíduo	57	17204,4	13959,4	45525,8	104,6	0,033	0,018
CV		54,68	54,15	54,88	170,72	10,52	9,64

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo.

A comparação das médias das características avaliadas em função das fontes e da ordem do racemo pode ser observada na Tabela 28. A massa dos racemos não seguiu o mesmo comportamento do comprimento efetivo, ou seja, não diminuiu em função da ordem. Com exceção da adubação mineral, a massa dos secundários foi numericamente maior do que a dos racemos primários, terciários e quaternários. Entretanto, estatisticamente não foi observada

RESULTADOS E DISCUSSÕES

diferença significativa entre as ordens do racemo na ausência de adubação. Com a utilização do composto orgânico I (F2) e adubação mineral (F4) a massa dos racemos referentes à primeira, segunda e terceira ordem não diferem estatisticamente entre si, a primeira ordem também não diferiu da quarta ordem. Adubada com o composto orgânico II (F3), a segunda e a terceira ordem dos racemos foram as mais pesadas. Já com a aplicação do esterco bovino (F5), a maior massa foi obtida na produção dos racemos secundários, diferindo estatisticamente das demais ordens.

Tabela 28. Médias da massa dos racemos, grãos por planta, produtividade, massa de 100 grãos, comprimento e largura do grão da cultivar “BRS 149 Nordestina” em função da ordem do racemo.

Característica Agronômica	DMS	Ordem do racemo	Fontes de adubação				
			F1	F2	F3	F4	F5
Massa do racemo (g)	*	1	36,3aA	178,9aAB	234,8aB	96,7aAB	160,9aC
	**	2	179,6cA	344,3bcA	604,4abA	290,0cA	734,3aA
		3	82,5bA	310,4abA	554,7aA	331,0abA	485,7aB
		4	14,5aA	33,7aB	63,6aB	22,7aB	38,2aC
Grãos por planta	*	1	42,8aA	145,2aAB	189,2aB	99,4aBC	127,3aB
	**	2	174,6cA	318,0bcA	535,9abA	308,8bcAB	628,8aA
		3	86,5bA	279,2abA	498,1aA	328,8aA	431,5aA
		4	13,8aA	32,0aB	61,7aB	23,6aC	37,6aB
Produtividade (kg.ha ⁻¹)	*	1	63,8aA	314,1aAB	417,2aB	170,0aAB	288,6aC
	**	2	277,3bA	544,9bA	1003,1aA	448,3bA	1176,3aA
		3	134,6bA	488,2abA	905,9aA	517,5abA	761,5aB
		4	20,1aA	52,6aC	100,8aB	33,6aB	56,9aC
Massa de 100 grãos (g)	*	1	59,4bA	86,4aA	88,4aA	67,7abA	90,7aA
	**	2	64,9aA	68,9aA	74,8aA	60,1aA	75,0aAB
		3	57,6aA	68,3aA	71,7aA	65,5aA	71,1aAB
		4	44,4aA	69,8aA	68,1aA	54,7aA	64,4aB
Comprimento do grão (cm)	*	1	2,14aA	2,15aA	2,14aA	2,17aA	2,25aA
	**	2	1,63aB	1,64aB	1,66aB	1,63aB	1,65aB
		3	1,61aB	1,68aB	1,65aB	1,60aB	1,63aB
		4	1,19bC	1,62aB	1,58aB	1,54abB	1,65aB
Largura do grão (cm)	*	1	2,11aA	2,02aA	2,02aA	2,13aA	2,12aA
	**	2	1,21aB	1,20aB	1,22aB	1,23aB	1,24aB
		3	1,15aB	1,20aB	1,21aB	1,18aB	1,21aB
		4	0,87bC	1,17aB	1,15aB	1,16aB	1,20aB

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

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As massas dos racemos primários e quaternários não diferiram estatisticamente com a utilização das fontes de adubação. Os secundários produzidos com as fontes F3 e F5 foram os mais pesados, porém, suas médias não diferem entre si; também não foi verificada diferença significativa para massa do racemo entre as fontes F2 e F3, como também entre F1 e F4. Com relação aos terciários, as fontes F2, F3, F4 e F5 promoveram as maiores médias, sem diferirem estatisticamente; os valores obtidos com a ausência de adubação também não diferiram daqueles verificados com as fontes F2 e F4.

O comprimento e a largura dos grãos apresentaram comportamento semelhante aos da massa do racemo, ou seja, independente da fonte utilizada, as maiores médias foram obtidas com a produção dos racemos primários, diferindo estatisticamente das demais ordens. Na ausência de adubação (F1), os racemos de quarta ordem promoveram reduções significativas no tamanho do grão. Analisando a influência entre ordem do racemo em cada fonte de adubação, verifica-se, com exceção do racemo quaternário, que não há diferença significativa entre médias, tanto para comprimento, quanto para largura. As médias de ambas as características avaliadas, também não diferiram significativamente entre fontes de adubação para cada ordem do racemo. As variações observadas nas dimensões do grão devem ser levadas em consideração ao se planejar a colheita mecânica destas plantas.

Independente da fonte de adubação, os racemos secundários e terciários contribuíram com um maior número de grãos colhidos por planta. Contudo, no tratamento F1 não foi verificada diferença estatística entre as ordens dos racemos, com a utilização das fontes F2 e F4. A produção obtida na primeira, segunda e terceira ordem também não difere estatisticamente entre si e, com a aplicação das fontes F3 e F5, as maiores quantidades de grãos colhidos foram nos racemos secundários e terciários, cuja produção, diferiu significativamente das demais ordens. Pela própria característica botânica da BRS – 149 Nordestina, os frutos colhidos em todas as ordens do racemo, com raras exceções, foram do tipo tricoca. Assim, a diferenciação do número de grãos entre as fontes de adubação e ordens do racemo indicada pela análise estatística ocorreu em virtude do número de racemos produzidos por planta.

Ainda analisando a Tabela 28, verifica-se a influência da ordem e da fonte de adubação na produtividade total. Os racemos secundários e terciários foram os que mais contribuíram para o acréscimo da produtividade, diferindo estatisticamente dos primários com a utilização das fontes

RESULTADOS E DISCUSSÕES

F3 e F5 e dos quaternários com as fontes F2, F3, F4 e F5. Também se verificou diferenças significativas entre fontes de adubação na ordem do racemo. Nos racemos secundários, as maiores produtividades foram obtidas com as fontes F3 e F5, já nos racemos terciários, as fontes F2, F3, F4 e F5 promoveram os melhores resultados, não diferindo as fontes F2 e F4 da F1.

A contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade da mamoneira nos diferentes tratamentos utilizados pode ser observada na Figura 19. A utilização das diferentes fontes de adubação e a regular precipitação ocorrida durante a condução do experimento favoreceu a formação de racemos até a quarta ordem. Entretanto, estes racemos pouco contribuíram na produtividade total, o que corrobora com informações de Kittock e Williams (1968) que verificaram contribuição de apenas 8% em relação à produtividade total. Vijaya Kumar et al. (1996) também verificaram menor participação de racemos de ordens mais elevadas na produtividade total.

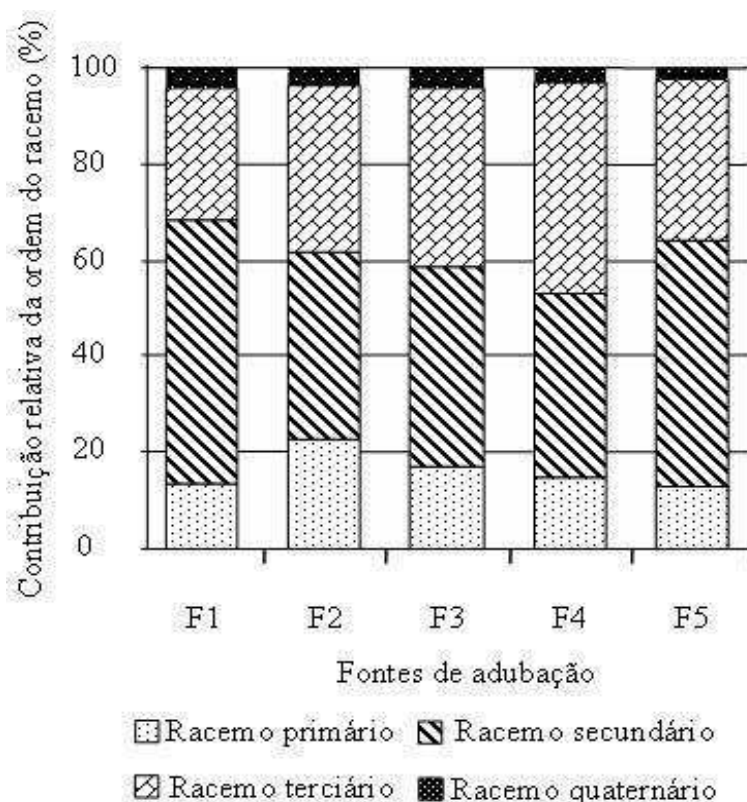


Figura 19. Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total da mamoneira da cultivar BRS 149 Nordestina.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A contribuição dos racemos primários na produtividade total foi inferior a dos racemos secundários e terciários, provavelmente em virtude da boa distribuição da precipitação ocorrida durante a condução do experimento, o que corrobora com as informações de Koutroubas et al. (2000) ao afirmarem que a contribuição do racemo primário na produtividade total diminui com o aumento na disponibilidade de água para as plantas. Segundo Freire (2001), a contribuição relativa da ordem do racemo não é uma característica estável e depende das condições ambientais que, aliadas à época de cultivo, características da cultivar e do regime de cultivo utilizado (sequeiro ou irrigado), provocam variações na contribuição da ordem na produtividade total.

Com exceção da fonte F4, em média, os racemos secundários foram os que mais contribuíram com a produtividade total, alcançando valores superiores a 50% na ausência de adubação (F1) e com o esterco bovino (F5), confirmando informações de Corrêa et al. (2006). Os terciários participaram com 27,1 a 44,2%, com as fontes F1 e F4, cujos valores são semelhantes ao obtido por Souza (2007b) de 31,42%. Já os racemos primários contribuíram com 12,6 a 22,4% com a aplicação do esterco bovino (F5) e do composto orgânico I (F2), respectivamente; tais resultados são inferiores ao obtido por Vijaya Kumar et al. (1996), que foi de 59%. De acordo com estes autores, os racemos primários são os que mais contribuem com o rendimento total da mamoneira, quando esta é cultivada sob sequeiro e a semeadura ocorre no início das chuvas.

É importante citar que a maior contribuição dos racemos secundários ocorreu não pela quantidade produzida e sim pelo maior comprimento efetivo dos mesmos, refletindo na maior produção de grãos. Isto porque, com exceção da Fonte F1, a terceira ordem contribuiu com o maior número de racemos colhidos. A massa de 100 grãos também não influenciou na contribuição exercida por cada ordem, uma vez que, com exceção da fonte F5, não foi observada variações significativas desta variável entre as diferentes ordens do racemo. Estes resultados diferem dos encontrados por Souza et al. (2007a) e Corrêa et al. (2006) que encontraram sementes mais pesadas nos racemos secundários.

Segundo Souza e Távora (2006), o plantio da mamoneira no início da estação chuvosa aliada à disponibilidade de nutrientes, favorece o surgimento de racemos de ordens mais avançadas. Contudo, são os de segunda ordem os que mais contribuem com o rendimento total da cultura, seguido pelos terciários. Em condições de sequeiro, a participação dos racemos primários aumenta, e pode ser responsável por mais de 30% da produtividade total.

O momento exato da colheita melhora tanto a qualidade quanto a quantidade das sementes, pois o hábito de crescimento indeterminado e o florescimento prolongado acarretam heterogeneidade de maturação dos frutos no racemo (GONÇALVES et al., 1981; MAZZANI, 1983 e EMBRAPA, 2005). Assim, neste trabalho, a colheita em todos os tratamentos foi escalonada, isto porque cada racemo foi amadurecendo segundo a sua ordem de surgimento na planta, o que favoreceu quatro colheitas. Lucena et al. (2006) ao trabalharem com a cultivar BRS Paraguaçu, também encontraram resultados semelhantes a estes.

A maior contribuição dos racemos secundários e terciários na produtividade total da mamoneira sugere a criação de colheitadeiras capazes de realizarem colheita de forma eficiente em alturas, variando, em média, de 63,6; 123 e 153,6 cm, correspondente a altura da inserção do racemo primário, secundário e terciário, respectivamente. Infelizmente, no Brasil, até o momento, não houve desenvolvimento de máquinas destinadas à colheita, sendo utilizadas apenas colheitadeiras de cereais adaptadas (SILVA e MILANI, 2001).

Banzatto et al. (1976) afirmam que não há vantagem em estender a colheita para além do racemo terciário, pois a porcentagem de sementes chochas aumenta do racemo primário para os subseqüentes. A partir do racemo quaternário, a quantidade de sementes produzidas é tão baixa que inviabiliza economicamente o processo (CORRÊA et al., 2006).

4.2 - EXPERIMENTO 2 (Pinhão manso)

4.2.1 – Desenvolvimento da planta

Observa-se que os dados referentes à altura da planta (AP) diferiram de forma significativa entre os tratamentos aos 120, 480, 510 e 570 dias após o plantio (DAP) (Tabela 29). O mesmo comportamento também é observado dos 300 aos 570, 600, 660, 750, 780, 810 e 840 DAP para diâmetro caulinar e aos 90, 120, 150, 240, 360, 390, 630, 690 e 840 DAP para número de folhas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 29. Resumo das análises de variância para a variável altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas em função das fontes de adubação, verificadas do plantio aos 420 dias (primeiro ano de cultivo) e dos 450 aos 840 dias após o plantio (segundo ano de cultivo).

FV	GL	Quadrados Médios													
		Altura de planta													
		0	30	60	90	120	150	210	240	270	300	330	360	390	420
Bloco	3	13,31 ^{ns}	28,23 ^{ns}	100,69 ^{ns}	113,94 ^{ns}	484,815 [*]	990,82 ^{ns}	1419,60 [*]	1484,41 [*]	1499,04 [*]	1488,79 [*]	1501,01 [*]	2098,10 [*]	3229,34 [*]	3327,51 [*]
Fontes de adubação	4	2,589 ^{ns}	5,815 ^{ns}	84,35 ^{ns}	279,41 ^{ns}	451,74 [*]	560,26 ^{ns}	781,84 ^{ns}	514,83 ^{ns}	564,63 ^{ns}	396,77 ^{ns}	610,24 ^{ns}	486,07 ^{ns}	577,07 ^{ns}	640,79 ^{ns}
Resíduo	12	3,889	10,23	48,85	180,97	135,38	316,98	386,18	358,32	360,77	359,26	358,99	413,886	601,78	621,85
CV		12,56	15,82	20,65	26,13	23,27	18,67	22,28	19,84	18,18	17,13	15,46	15,33	16,99	16,51
		Diâmetro caulinar													
Bloco	3	0,086 [*]	0,093 ^{ns}	0,216 ^{ns}	0,409 ^{ns}	0,494 ^{ns}	0,769 ^{ns}	1,178 [*]	2,22 ^{**}	2,219 ^{**}	2,198 ^{**}	2,222 ^{**}	2,636 ^{**}	2,642 ^{**}	2,631 ^{**}
Fontes de adubação	4	0,008 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,147 ^{ns}	0,532 ^{ns}	0,573 ^{ns}	0,645 ^{ns}	0,852 ^{ns}	0,973 ^{ns}	1,107 ^{ns}	1,726 [*]	1,808 ^{**}	1,686 ^{**}	1,692 ^{**}	1,684 ^{**}
Resíduo	12	0,017	0,062	0,170	0,235	0,283	0,235	0,231	0,319	0,319	0,326	0,320	0,258	0,255	0,256
CV		1,24	13,00	15,70	13,22	10,26	12,63	9,38	10,25	9,21	8,96	8,55	7,54	7,46	7,46
		Número de folhas													
Bloco	3	3,736 ^{ns}	6,378 ^{ns}	18,045 ^{ns}	5,60 ^{ns}	12,487 ^{ns}	529,53 ^{ns}	385,92 ^{ns}	736,33 ^{ns}	732,11 ^{ns}	731,38 ^{ns}	737,01 ^{ns}	846,64 ^{**}	643,86 [*]	525,65 [*]
Fontes de adubação	4	0,137 ^{ns}	3,807 ^{ns}	16,84 ^{ns}	200,44 [*]	531,504 [*]	748,87 [*]	1436,00 ^{ns}	2353,30 [*]	1389,14 ^{ns}	1287,60 ^{ns}	1351,75 ^{ns}	1072,63 ^{**}	686,55 ^{**}	473,22 ^{ns}
Resíduo	12	2,522	10,026	8,34	55,04	101,80	158,33	335,373	477,64	471,48	471,88	471,77	123,87	110,02	91,92
CV		45,87	36,24	16,96	27,33	30,06	30,14	35,16	35,38	38,68	38,32	38,92	21,65	25,07	27,28

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Continuação...

FV	GL	Quadrados Médios											
		Altura de planta											
		450	480	510	570	600	630	660	690	750	780	810	840
Bloco	3	-	0,441 ^{ns}	1,404 ^{ns}	4,24 ^{ns}	51,91 ^{ns}	53,81 ^{ns}	48,32 ^{ns}	52,90 ^{ns}	40,87 ^{ns}	35,38 ^{ns}	260,97 ^{ns}	272,45 ^{ns}
Fonte de adubação	4	-	26,55 ^{**}	23,24 ^{**}	46,10 ^{**}	504,66 ^{ns}	707,250 ^{ns}	747,55 ^{ns}	840,12 ^{ns}	745,39 ^{ns}	651,14 ^{ns}	134,36 ^{ns}	158,16 ^{ns}
Resíduo	12	-	0,83	2,568	5,002	171,35	212,33	212,33	253,80	215,43	201,79	232,09	218,47
CV		-	0,96	1,59	2,09	10,35	10,33	9,79	10,55	9,53	9,04	9,17	8,71
Diâmetro caulinar													
Bloco	3	1,718 [*]	1,436 [*]	1,200 [*]	1,86 ^{**}	1,40 [*]	2,343 ^{ns}	1,780 [*]	2,430 [*]	1,08 ^{ns}	1,37 [*]	0,70 ^{ns}	0,908 [*]
Fonte de adubação	4	2,696 ^{**}	2,512 ^{**}	2,701 ^{**}	2,67 ^{**}	2,77 ^{**}	1,715 ^{ns}	2,124 ^{**}	1,76 ^{ns}	2,21 ^{**}	1,83 ^{**}	3,573 ^{**}	1,28 ^{**}
Resíduo	12	0,403	0,361	0,30	0,310	0,38	0,688	0,36	0,661	0,367	0,242	0,39	0,198
CV		8,78	8,16	7,16	7,63	8,04	10,71	7,63	10,37	7,23	5,81	7,48	5,32
Número de folhas													
Bloco	3	35,86 ^{ns}	58,98 ^{ns}	361,61 ^{ns}	548,97 [*]	739,51 ^{ns}	2415,14 ^{ns}	4898,13 [*]	6975,50 ^{**}	4298,38 ^{**}	216,96 [*]	145,90 ^{**}	121,27 ^{ns}
Fonte de adubação	4	166,09 ^{ns}	253,148 ^{ns}	98,70 ^{ns}	159,63 ^{ns}	341,93 ^{ns}	4176,45 ^{**}	3458,34 [*]	2936,20 [*]	239,86 ^{ns}	58,89 ^{ns}	20,81 ^{ns}	206,82 [*]
Resíduo	12	67,49	191,33	167,05	148,67	347,43	1035,72	873,47	558,13	260,86	45,02	15,62	61,29
CV		33,11	70,11	91,59	38,17	46,13	29,06	19,52	19,24	28,93	48,15	63,00	68,77

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ^{ns} não significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 30 são apresentadas as médias das variáveis de crescimento em função das fontes de adubação (F) em todos os períodos de avaliações. Os resultados da primeira coleta de dados (“zero” DAP) demonstram a uniformidade das mudas quanto à altura, diâmetro caulinar e número de folhas.

A altura das plantas de pinhão manso no primeiro ano de cultivo, com exceção da coleta realizada aos 120 DAP, não variou significativamente entre as fontes de adubação. A justificativa para este resultado parece estar relacionada a dois motivos, a saber: o primeiro é a falta de uma variedade geneticamente melhorada, isto porque, o pinhão manso ainda não possui cadastro no Registro Nacional de Cultivares (RNC), assim, a resposta à adubação ainda é pouco eficiente; o segundo motivo foi a alta variação de altura observada entre plantas sob a influência do mesmo tratamento, promovendo, segundo Gomes (2000), médios a altos valores de coeficientes de variação.

Comparando a influência das fontes de adubação sobre o crescimento, verificou-se que a aplicação de 8g de N; 32g de P₂O₅ e 16g de K₂O, por cova, foi insuficiente para promover o maior crescimento e a maior produtividade de grãos, possivelmente por não atender a necessidade nutricional do pinhão manso. Segundo Guimarães e Beltrão (2008a), ganhos de altura e diâmetro caulinar são significativos quando se utiliza uréia nas dosagens de 255 a 340 kg ha⁻¹ de N. Nascimento et al. (2008), também utilizando a uréia em seu trabalho, concluíram que a dosagem de 120 kg ha⁻¹ de N é a que proporciona maior aumento das variáveis de crescimento.

Neste trabalho, o menor crescimento verificado com a utilização do adubo mineral em relação aos orgânicos, pode também estar associado à textura arenosa do solo presente na área experimental (Tabela 10). Drumond et al. (2008) conduziram um experimento em condições semiáridas, num solo classificado como argissolo vermelho-amarelo, com e sem irrigação, utilizando uma adubação em fundação de 150g/cova de NPK (06:24:12) e concluíram que esta formulação foi satisfatória para atender as exigências nutricionais do pinhão manso, por não ter ocorrido grandes perdas de nutrientes por lixiviação, principalmente o nitrogênio.

Guimarães e Beltrão (2008b), ao estudar o crescimento inicial de pinhão manso em função de fontes e doses de fertilizantes, obtiveram melhores resultados com a aplicação de NPK, nas doses referentes a 85; 170; 255 e 340 kg ha⁻¹ de N e 80-80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, seguido pela aplicação de biossólido e torta de mamona. Ainda segundo os autores, as plantas adubadas com NPK e com os orgânicos (biossólido e torta de mamona), tiveram altura 96,14 e 40,90% maior que a testemunha, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 30. Médias da variável altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de folhas (NF) para o período de 0 aos 840 dias após o plantio (DAP) em função das fontes de adubação (F).

Variável	DMS	Fontes de adubação				
		F1	F2	F3	F4	F5
0 DAP						
AP (cm)	4,44	16,37 a	15,93 a	14,46 a	16,37 a	15,37 a
DC (cm)	0,29	1,05 a	1,05 a	1,05 a	1,06 a	1,05 a
NF	3,58	3,43 a	3,43 a	3,18 a	3,56 a	3,68 a
30 DAP						
AP (cm)	7,21	20,12 a	21,96 a	20,25 a	20,22 a	18,56 a
DC (cm)	0,56	1,90 a	1,99 a	1,94 a	1,78 a	1,93 a
NF	7,13	7,43 a	9,56 a	9,62 a	8,00 a	9,06 a
60 DAP						
AP (cm)	15,75	26,72 a	39,34 a	35,50 a	34,37 a	33,31 a
DC (cm)	0,929	2,34 a	2,85 a	2,71 a	2,55 a	2,67 a
NF	6,51	14,37 a	19,50 a	18,62 a	16,06 a	16,56 a
90 DAP						
AP (cm)	30,33	37,95 a	60,58 a	52,59 a	51,35 a	54,98 a
DC (cm)	1,09	3,17 a	4,06 a	3,91 a	3,42 a	3,78 a
NF	16,72	18,81 b	36,00 a	31,12 ab	21,25 ab	28,56 ab
120 DAP						
AP (cm)	26,23	46,65 b	76,57 a	63,99 ab	62,51 ab	61,92 ab
DC (cm)	1,20	3,67 a	4,54 a	4,53 a	3,98 a	4,34 a
NF	22,74	20,75 b	49,18 a	37,93 ab	23,62 b	35,87 ab
150 DAP						
AP (cm)	40,14	58,16 a	89,90 a	81,10 a	73,33 a	80,13 a
DC (cm)	1,09	4,15 a	5,13 a	5,04 a	4,51 a	4,79 a
NF	28,36	26,06 b	58,81 a	48,00 ab	29,62 b	46,81 ab
210 DAP						
AP (cm)	44,30	68,51 a	106,12 a	92,12 a	81,82 a	92,34 a
DC (cm)	1,08	4,58 a	5,63 a	5,51 a	4,74 a	5,18 a
NF	41,28	31,37 a	70,18 a	58,93 a	32,31 a	67,62 a
240 DAP						
AP (cm)	42,67	80,78 a	107,85 a	102,65 a	86,50 a	99,20 a
DC (cm)	1,27	5,00 a	6,02 a	5,90 a	4,98 a	5,64 a
NF	49,27	37,68 ab	83,87 a	77,18 ab	33,18 b	76,93 ab
270 DAP						
AP (cm)	42,82	88,08 a	116,43 a	114,80 a	97,72 a	105,24 a
DC (cm)	1,27	5,72 a	6,57 a	6,42 a	5,42 a	6,52 a
NF	48,95	37,68 a	75,90 a	61,37 a	35,41 a	70,31 a
300 DAP						
AP (cm)	42,73	97,19 a	119,38 a	119,22 a	103,30 a	114,10 a
DC (cm)	1,28	5,81 ab	7,02 a	6,65 ab	5,54 b	6,84 a
NF	48,97	39,99 a	74,80 a	60,80 a	35,90 a	71,91 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Continuação...

Variável	DMS	Fontes de adubação				
		F1	F2	F3	F4	F5
330 DAP						
AP (cm)	42,71	106,68 a	136,07 a	132,01 a	113,47 a	124,50 a
DC (cm)	1,27	6,33 ab	7,24 a	6,80 ab	5,59 b	7,11 a
NF	48,97	38,59 a	71,92 a	59,62 a	34,71 a	74,14 a
360 DAP						
AP (cm)	45,86	119,81 a	144,37 a	141,87 a	122,93 a	134,75 a
DC (cm)	1,14	6,28 ab	7,25 a	7,29 a	5,83 b	7,04 a
NF	25,09	31,62 c	60,87 ab	58,50 ab	36,62 bc	69,37 a
390 DAP						
AP (cm)	55,30	136,90 a	155,41 a	153,09 a	127,13 a	149,49 a
DC (cm)	1,13	6,31 ab	7,27 a	7,32 a	5,86 b	7,07 a
NF	23,64	27 b	53 a	49 ab	29 b	52 a
420 DAP						
AP (cm)	56,22	143,23 a	162,66 a	159,90 a	132,72 a	156,60 a
DC (cm)	1,14	6,33 ab	7,29 a	7,34 a	5,88 b	7,09 a
NF	21,61	23 a	43 a	42 a	23 a	45 a
450 DAP						
AP (cm)	-	90,0a	90,0a	90,0a	90,0a	90,0a
DC (cm)	1,43	6,60bc	8,12a	7,65ab	6,15c	7,62ab
NF	18,5	17a	27a	21a	26a	34a
480 DAP						
AP (cm)	2,05	90,75c	94,32b	97,27a	94,42b	96,72a
DC (cm)	1,35	6,72ab	8,07a	7,65ab	6,32b	8,02a
NF	55,3	6a	22a	24a	26a	21a
510 DAP						
AP (cm)	3,61	96,87b	102,20a	101,05a	99,82ab	103,05a
DC (cm)	1,23	6,90b	8,52a	7,90ab	6,67b	8,25a
NF	44,82	6a	19a	16a	15a	15a
570 DAP						
AP (cm)	5,042	101,82c	105,82bc	107,90ab	107,65ab	111,10a
DC (cm)	1,25	6,77bc	8,15a	7,80ab	6,15c	7,62ab
NF	27,49	34a	40a	25a	27a	36a
600 DAP						
AP (cm)	29,51	110,85a	132,02a	129,22a	120,37a	140,07a
DC (cm)	1,40	6,87b	8,62a	7,95ab	6,85b	8,37a
NF	42,02	40a	46a	41a	25a	50a
630 DAP						
AP (cm)	32,85	126,67a	155,57a	137,62a	131,20a	154,50a
DC (cm)	1,87	7,12a	8,22a	8,02a	6,97a	8,40a
NF	72,55	84ab	131ab	111ab	75b	153a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Continuação...

Variável	DMS	Fonte de adubação				
		F1	F1	F1	F1	F1
660 DAP						
AP (cm)	32,85	133,15a	164,20a	146,05a	139,20a	161,67a
DC (cm)	1,36	7,20bc	8,72a	7,92abc	7,15c	8,52bc
NF	66,63	118b	188a	152ab	128ab	172ab
690 DAP						
AP (cm)	35,91	133,82a	163,67a	148,00a	141,47a	167,87a
DC (cm)	1,83	7,07a	8,20a	8,07a	7,22a	8,62a
NF	53,264	98b	144ab	124ab	93b	155a
750 DAP						
AP (cm)	33,09	138,82a	164,82a	152,32a	143,37a	170,80a
DC (cm)	1,36	7,60b	9,12a	8,37ab	7,67b	9,12a
NF	36,41	64a	54a	50a	47a	64a
780 DAP						
AP (cm)	32,02	141,85a	168,35a	155,20a	148,30a	171,62a
DC (cm)	1,11	7,70b	9,02a	8,55ab	7,87b	9,22a
NF	15,12	15a	10a	10a	17a	18a
810 DAP						
AP (cm)	7,61	166,75a	168,42a	156,47a	172,00a	167,15a
DC (cm)	1,41	7,30b	9,52a	8,37ab	7,57b	9,05a
NF	8,91	7a	3a	5a	8a	8a
840 DAP						
AP (cm)	33,32	168,27a	174,77a	159,75a	175,22a	170,62a
DC (cm)	1,00	7,70b	8,92a	8,42ab	7,87b	8,90a
NF	17,65	10a	19a	6a	4a	19a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No final da segunda produção, realizou-se a análise do solo em função dos tratamentos e verificou-se que com a aplicação do adubo mineral, o solo apresentou valores de soma de base (s), capacidade de troca catiônica (t) e matéria orgânica menor se comparado com a aplicação das fontes orgânicas (Tabela 31).

Tabela 31. Resultado da análise química do solo em função das fontes de adubação no final do segundo ciclo de produção.

Fontes de adubação	Características químicas										
	pH	P*	K	Ca	Mg	Na	H+Al	Al	s	t	M.O
	H ₂ O 1:2,5	mg.dm ⁻³	-----Cmol.c.dm ⁻³ -----								dag.kg ⁻¹
Ausência de adubação (F1)	6,00	1,96	0,09	0,86	0,73	0,03	1,15	0,00	1,71	2,86	0,65
Composto orgânico I (F2)	6,80	2,54	0,16	2,71	1,24	0,03	1,03	0,00	4,14	5,17	1,62
Composto orgânico II (F3)	7,36	53,50	0,12	2,89	0,77	0,06	0,00	0,00	3,84	3,84	1,46
Adubo mineral (F4)	5,98	2,67	0,12	1,25	0,97	0,04	1,03	0,00	2,38	3,41	0,84
Esterco bovino	6,85	4,83	0,18	2,50	1,57	0,05	0,73	0,00	4,30	5,03	1,50

*Fósforo assimilável.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de Ratre (2004), sobre o crescimento do pinhão-mansinho na Tailândia, possibilitou ao autor concluir que as mudas de *Jatropha* apresentaram altura média entre 83 a 110 cm com 14 meses de idade. Estes valores foram menores do que os encontrados no presente trabalho com a mesma idade, que variaram de 143,23 a 162,66 cm. Já Santos (2008a) em sua pesquisa sobre a fenologia e a capacidade fotossintética do pinhão mansinho em diferentes épocas do ano no Estado de Alagoas, concluiu que, aos seis meses de idade, o pinhão mansinho apresentou média de 30 cm de altura e 23 mm de diâmetro caulinar, valores estes menores que o observado com 120 DAP (Tabela 29).

Assim como a altura das plantas, as médias da variável diâmetro caulinar não diferiram entre as fontes de adubação nos primeiros meses de avaliação (0 – 270 DAP), mas na medida em que as plantas foram crescendo, aquelas que receberam adubos orgânicos apresentaram valores de diâmetros caulinares superiores, havendo diferença significativa entre os tratamentos a partir dos 300 DAP (Tabela 29). Torres et al. (2009), avaliando o diâmetro caulinar do pinhão mansinho submetido a diferentes fontes de adubação, não verificaram diferença significativa entre as médias desta variável com a aplicação de 10 t.ha⁻¹ de cama de aviário e 10 t.ha⁻¹ de cama de aviário mais 50 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, 85 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 850 kg ha⁻¹ de hiperfosfato natural, 11,77 kg ha⁻¹ de ácido bórico e 28,57 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco. Guimarães e Beltrão (2008b), também trabalhando com adubo orgânico (torta de mamona) o diâmetro do caule do pinhão mansinho com a apresentou um aumento de 40,62 % em relação à testemunha.

Ainda observando a Tabela 29 verifica-se que o número de folhas apresentado pelas plantas nos vários períodos de observação, variou em função das fontes de adubação, sendo os adubos orgânicos (F2, F3 e F5) os que promoveram os melhores resultados.

Dos 210 (dezembro) aos 330 DAP (abril) o número de folhas do pinhão mansinho permaneceu praticamente constante, a precipitação pluviométrica nesse período variou de 9,5 a 112,1 mm, respectivamente. Após 330 DAP, o número de folhas começou a decair (abscisão foliar), ficando as plantas aos 420 DAP com 23, 43, 42, 23 e 45 unid. nos tratamentos F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente (Figura 20A). Nesses dois períodos, foram registrados os seguintes dados meteorológicos: temperatura de 22,4°C e pluviosidade de 146,2 mm para o mês de maio e temperatura de 20,2°C e pluviosidade de 182,3 mm no mês de julho, respectivamente.

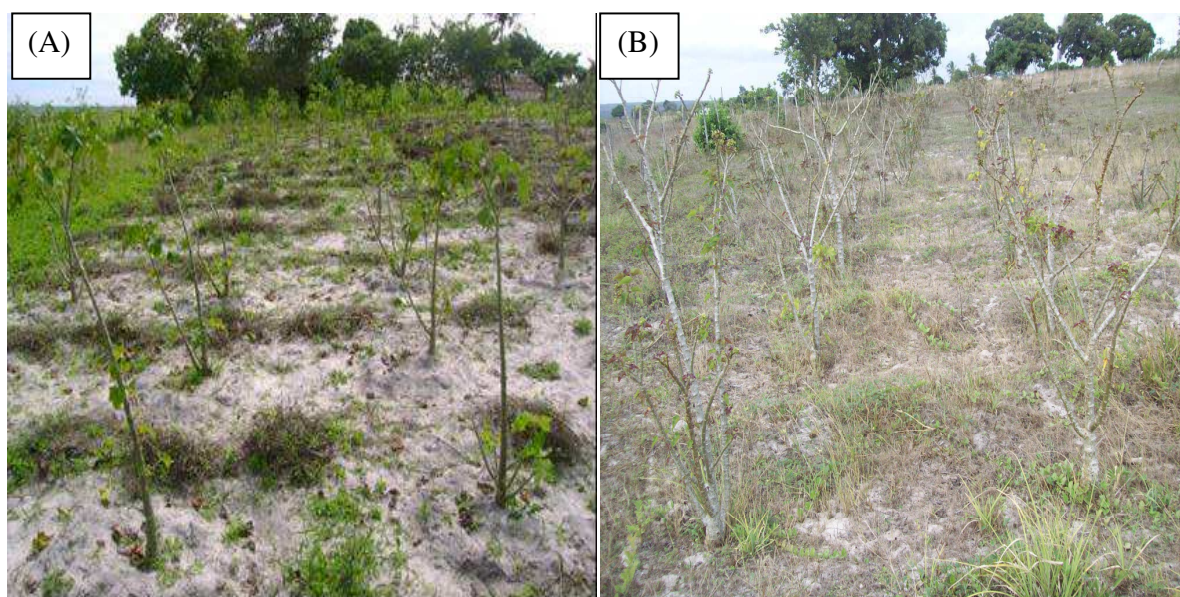


Figura 20. Pinhão manso em repouso vegetativo aos 420 DAP (A) e aos 840 DAP (B).

Em dezembro/2008 (570 DAP), onde foi registrada uma chuva de 9,5 mm, iniciou-se a formação de novas folhas, alcançando um máximo de 118, 188, 152, 128, 172 unid. aos 690 DAP com as fontes F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente. A partir deste período, iniciou-se novamente a abscisão foliar, coincidindo com o declínio da temperatura, cujo menor valor foi registrado no mês de agosto/2009, com 20,8 °C. O menor número de folhas foi observado entre os meses de abril a agosto (menores temperaturas), permanecendo com baixa folhagem nos meses de menor precipitação (setembro a dezembro), (Figura 20B). Tais informações estão em consonância com os dados de Sayer e Newbery (2003), que verificaram influência da pluviosidade nas diversas fenofases em *Jatropha gauder*, resultando num alto índice de abscisão foliar com o fim da época chuvosa. Segundo Vedana (2009), no Brasil, após o mês de julho, o pinhão manso entra em repouso vegetativo, havendo queda de suas folhas, as quais ressurgem logo após as primeiras às chuvas. França e Felicíssimo (2009) e Arruda et al., (2004), também verificaram plantas de pinhão com poucas folhas no período de estiagem.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados da altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas referentes aos vários períodos de coleta, ajustaram-se a diferentes modelos matemáticos (Tabela 32) com valores de coeficientes de correlação (R^2) próximo de 1 e significativos a 1% de probabilidade, independente da fonte de adubação aplicada (Figura 21).

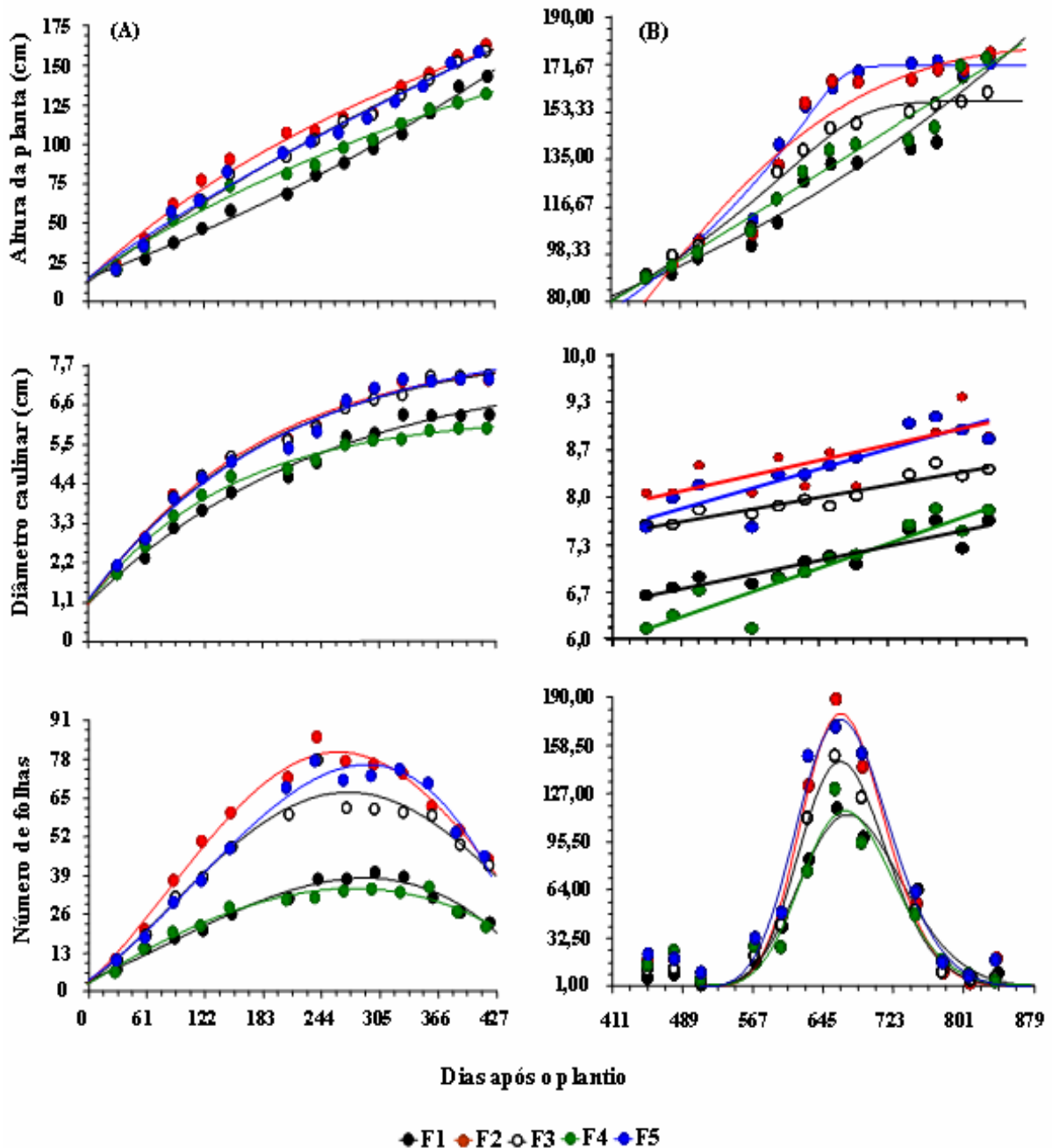


Figura 21. Evolução da altura da planta do pinhão manso, diâmetro caulinar e número de folhas nas diferentes fontes de adubação no primeiro (A) e segundo ano de cultivo (B).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 32. Evolução da altura da planta do pinhão manso (cm), diâmetro caulinar (cm) e número de folhas nas diferentes fontes de adubação nos dois ciclos produtivos.

Ciclo de produção	FA	Variáveis analisadas		
		Altura da planta	Diâmetro caulinar	Número de folhas
Primeiro	1	$y = -157,74(0,901-e^{0,001x}) R^2 = 0,998^{**}$	$y = 6,73(1,15-e^{-0,004x}) R^2 = 0,995^{**}$	$y = 38,63 e^{\frac{-(x-276,81)^2}{40470,12}} R^2 = 0,985^{**}$
	2	$y = \frac{7699,95+431,78x^{0,961}}{622,47+x^{0,961}} R^2 = 0,998^{**}$	$y = 7,1(1,13-e^{-0,005x}) R^2 = 0,996^{**}$	$y = 80,61 e^{\frac{-(x-265,43)^2}{34185,89}} R^2 = 0,985^{**}$
	3	$y = \frac{17585,31+746x^{0,97}}{1479+x^{0,97}} R^2 = 0,997^{**}$	$y = 7,17(1,14-e^{-0,005x}) R^2 = 0,996^{**}$	$y = 26,69+39,64.\cos(0,0082x-2,23) R^2 = 0,981^{**}$
	4	$y = \frac{12132,23+458,7x^{0,95}}{883,63+x^{0,95}} R^2 = 0,995^{**}$	$y = 5,26(1,18-e^{-0,006x}) R^2 = 0,995^{**}$	$y = 2,43+0,241x-0,00044x^2 R^2 = 0,985^{**}$
	5	$y = \frac{32978,5+1887,7x^{0,89}}{2768,98+x^{0,89}} R^2 = 0,994^{**}$	$y = 7,25(1,13-e^{-0,004x}) R^2 = 0,993^{**}$	$y = 76,84 e^{\frac{-(x-282,64)^2}{34180,66}} R^2 = 0,991^{**}$
Segundo	1	$y = 40,93e^{0,0016x} R^2 = 0,976^{**}$	$y = 0,0027x + 5,4054 R^2 = 0,852^{**}$	$y = 3,89+0,128x+0,0003x^2-1,29.10^{-6}x^3 R^2 = 0,990^{**}$
	2	$y = \frac{23,31-2148,4x}{e^{x-2,31\ln x}} R^2 = 0,961^{**}$	$y = 0,0029x + 6,731 R^2 = 0,6355^*$	$y = 32,99+45,78.\cos(0,008x-2,32) R^2 = 0,994^{**}$
	3	$y = \frac{165,35}{(1 + e^{25,25-0,037x})^{0,064}} R^2 = 0,987^{**}$	$y = 0,0023x + 6,5847 R^2 = 0,8973^{**}$	$y = 27,22+39,16.\cos(0,008x-2,25) R^2 = 0,980^{**}$
	4	$y = \frac{-2029,9x}{-10763,7 + x} R^2 = 0,980^{**}$	$y = 0,0045x + 4,1087 R^2 = 0,8814^{**}$	$y = 3,66+0,199x-0,0001x^2-4,06.10^{-7}x^3 R^2 = 0,988^{**}$
	5	$y = \frac{169,86}{(1 + e^{57,96-0,086x})^{0,034}} R^2 = 0,989^{**}$	$y = 0,0037x + 6,075 R^2 = 0,7866^{**}$	$y = 2,15+0,218x+0,001x^2-3,19.10^{-6}x^3 R^2 = 0,992^{**}$

Ainda com relação à Figura 21, observa-se que nos dois anos de cultivo, os maiores valores de altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas, foram obtidos com a aplicação dos adubos orgânicos: composto orgânico I (F2), composto orgânico II (F3) e esterco de curral (F5). A adubação mineral (F4) e a testemunha (F1) proporcionaram comportamentos semelhantes em todas as variáveis. Resultados satisfatórios de crescimento de pinhão manso utilizando adubo orgânico, também foram observados por Soares et al. (2008), que ao estudarem diferentes fontes de adubação (orgânica, mineral e orgânica mais mineral), concluíram que os tratamentos que continham cama de aviário foram os que promoveram maior altura de plantas, apresentando, estatisticamente, a planta adubada com 10 t ha⁻¹ de cama de aviário a mesma altura (125,19cm) daquelas adubadas com 10 t ha⁻¹ de cama de aviário, 50 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, 85 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 1100 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 850 kg ha⁻¹ de hiperfosfato natural, 11,77 kg ha⁻¹ de ácido bórico e 28,57 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco (128,69cm).

Com base nas características químicas dos adubos orgânicos (Tabela 12) e considerando o que foi aplicado ao solo como adubo químico, observa-se que o composto orgânico I (F2), em relação aos demais tratamentos, foi o que apresentou maior teor de N e proporcionou maiores valores de altura de plantas, diâmetro caulinar e área foliar. O esterco bovino (F5), mesmo apresentando maior teor de K que os demais tratamentos, não apresentou o mesmo efeito que os compostos orgânicos (F2 e F3), provavelmente por estes apresentarem maior teor de N. Os maiores teores de P presentes no F2 e F3, também não influenciaram sobre o comportamento das plantas.

4.2.2 - Fenologia

Em todas as fontes de adubação, o surgimento de novas folhas ocorreu durante o período chuvoso, entre os meses de junho a outubro de 2007 e dezembro a março de 2009, quando ocorreu aceleração no brotamento de gemas e formação de folhas (Figura 22), o que corrobora com informações de Maya e Arriaga (1996) e Sayer e Newbery (2003), em que se observou o surgimento de novos brotos na *Jatropha cinérea*, *Jatropha cuneata* e *Jatropha gaumeri* em função do aumento da pluviosidade. Comportamento inverso foi verificado nos meses de outubro a dezembro, provavelmente em virtude da estiagem ocorrida durante esse período.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A abscisão foliar foi ausente no início do período chuvoso (janeiro a maio). No entanto, iniciou com o fim da fase reprodutiva compreendendo os meses de julho a dezembro de 2008 e maio a setembro de 2009, período de alta pluviosidade e temperaturas mais baixas (ver Figura 6 pag. 48). Estas informações sugerem que outros fatores tais como temperatura e fotoperíodo influenciam no crescimento e na formação de novas folhas, além da disponibilidade de água, como sugerem vários autores (OPENSHAW, 2000; ACHTEN e al., 2008; MAES et al., 2009a; JONGSCHAAP et al., 2009). As plantas de pinhão manso apresentaram o menor número de folhas durante os meses de julho de 2008 e agosto de 2009. Nessa ocasião, os índices pluviométricos foram de 182,3 mm e 132,9 mm, com temperatura média de 20,2°C e 20,8°C, respectivamente. O número de folhas continuou baixo, independente da fonte de adubação, nos meses de setembro a novembro, período que marcou o início da estação seca (Figura 6). De acordo com Maes et al. (2009b) a abscisão foliar verificada no pinhão manso lhe garante o uso eficiente da água no período de estiagem, iniciando-se no final do período chuvoso e durante a época seca (SANTOS, 2008a).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

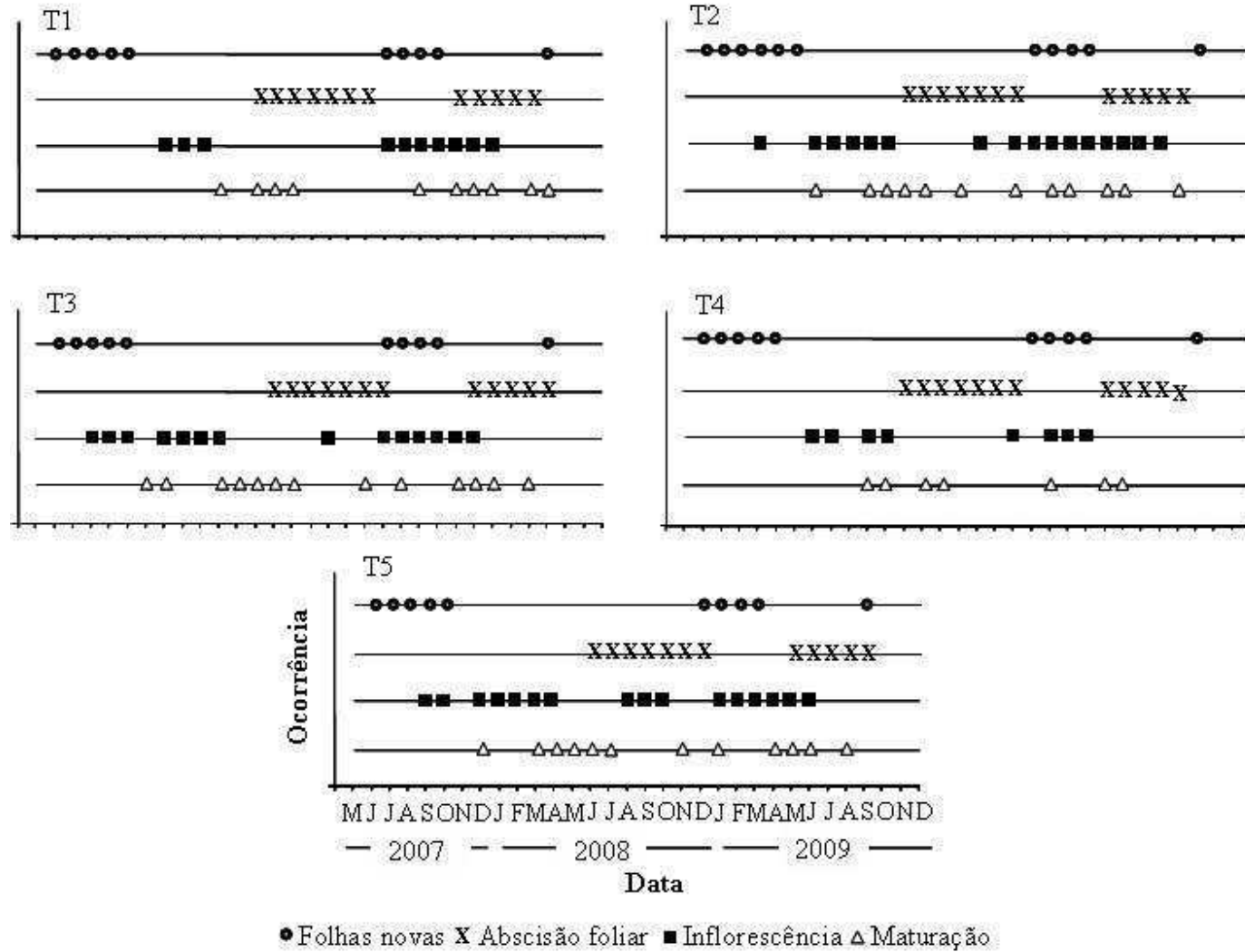


Figura 22. Fenograma do pinhão manso adubado com diferentes fontes de adubação. Testemunha (F1), composto orgânico I (F2), composto orgânico II (F3), adubação mineral (F4) e esterco de curral (F5).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estes resultados sugerem que, em condições de sequeiro, a abscisão foliar está ligada à própria biologia da cultura, já que foi verificada em todas as plantas, independente da fonte de adubação utilizada. Para Saturnino et al. (2005), o pinhão manso apresenta comportamento decíduo, no qual as folhas caem em parte ou totalmente no final da época seca ou durante a estação chuvosa, permanecendo em repouso até o começo da primavera ou da época das chuvas nas regiões secas. Durante a condução do experimento, verificaram-se nas plantas de pinhão manso, abscisão e produção de folhas concentradas em épocas determinadas, ficando por um período de tempo quase ou totalmente sem folhas, corroborando com as informações de Santos e Takaki (2005).

Henning (1999) diz que flutuações climáticas e temperatura/luminosidade induzem a dormência do pinhão-manso, contudo, algumas plantas não respondem a esse estímulo, podendo-se ter, num cultivo, plantas com ramos desfolhados e outros cheios de folhas novas.

O período de 32 meses (maio de 2007 a novembro de 2009), referente à condução do experimento, permitiu obter, em todas as fontes de adubação, duas produções. A primeira floração foi observada com a aplicação do composto orgânico II (F3) em agosto/2007, e a última, no mês de abril/2008, adubando-se o pinhão manso com composto orgânico I (F2), adubo mineral (F4) e esterco de curral (F5). Este período, compreendeu a primeira produção, iniciando com o fim da estação chuvosa (setembro/2007), prolongando-se na estiagem (outubro a dezembro/2007) e encerrando-se com o início da estação chuvosa (abril/2008). Considerando-se que o plantio foi realizado com mudas de cinco meses de idade, a primeira inflorescência do pinhão manso (F3) surgiu quando as mesmas possuíam oito meses de idade.

A segunda floração iniciou em agosto/2008 e encerrou em julho/2009 com a utilização das fontes F5 e F2, respectivamente. Contudo, foi com o início da estação chuvosa (janeiro/2009 a junho/2009) que se verificou o maior número de inflorescências, encerrando-se com a estação fria (julho/2009). Maya e Arriaga (1996), estudando a fenologia reprodutiva em *Jatropha cinerea* e *Jatropha cuneata*, constataram que a floração foi significativamente sazonal, concentrando durante a estação úmida e apresentando correlação significativa com a precipitação e temperatura.

Ainda analisando a Figura 22, verifica-se, nos dois anos de produção, baixa ocorrência de inflorescência nas plantas adubadas com a fonte mineral (4 meses). As maiores ocorrências foram

observadas com a utilização das fontes orgânicas, em média oito meses.

Independente da fonte de adubação, o tempo registrado desde a emissão das inflorescências até a maturação fisiológica dos frutos, foi de, aproximadamente, 120 dias. O fruto foi considerado maduro quando os mesmos apresentaram coloração marrom escuro com fase de deiscência. As plantas de pinhão manso apresentaram os primeiros frutos maduros em meados de novembro/2007, e os últimos, em agosto/2008 com as fontes F3 e F2, respectivamente. No segundo ciclo de produção, a maturação dos frutos iniciou-se em novembro/2008 com a utilização das fontes orgânicas (F2, F3 e F5) encerrando em setembro/2009 na ausência de adubo (F1).

Araújo e Ribeiro (2008), estudando a fenologia do pinhão manso no Estado do Piauí, constataram que os maiores picos de produção de frutos maduros ocorreram nos meses de fevereiro a abril (época de chuva) e nos meses de agosto a outubro (período seco).

Nos dois anos de produção, realizaram-se diversas colheitas, uma vez que se verificaram, em um mesmo cacho, frutos verdes e maduros. Segundo Larcher (2004), o período de amadurecimento e o ponto de colheita dos frutos são, sobretudo, influenciados pelas condições do clima, que pode atrasar ou acelerar os processos de maturação e envelhecimento do fruto. De acordo com Arruda et al. (2004) o início da produção do pinhão-manso é por volta do décimo mês após o plantio, mas a produção só atinge a plenitude por volta do terceiro ou quarto ano, podendo chegar aos 40 anos de idade ainda produzindo.

4.2.3 - Efeito nos componentes de produção

Pela análise de variância, verificou-se que somente no segundo ciclo de produção, as variáveis: número de frutos por planta, massa total dos frutos por planta, produção de grãos por planta, número de grãos por planta, número de inflorescência e número de cacho foram influenciadas significativamente com a aplicação das fontes de adubação (Tabela 33).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 33. Resumo das análises das variâncias para os dados de número de frutos por planta (NFP), massa total dos frutos por planta (MTF), massa do fruto (MF), massa de 100 grãos, produção de grãos por planta (PGP), número de inflorescência (NINF) e rendimento percentual de grãos (RPG).

FV	GL	Quadrados Médios						
		-----Primeiro ciclo de produção-----						
		NFP	MTF	MF	M100G	PGP	NINF	RPG
Bloco	3	100,9 ^{ns}	424,1 ^{ns}	1,08 ^{ns}	570,97 ^{ns}	226,4 ^{ns}	3,39 ^{ns}	1036,7 ^{ns}
Fonte de adubação	4	144,2 ^{ns}	672,6 ^{ns}	0,41 ^{ns}	314,24 ^{ns}	321,7 ^{ns}	2,68 ^{ns}	203,8 ^{ns}
Resíduo	12	73,3	284,2	0,33	290,94	131,12	1,52	416,8
CV		79,29	75,49	30,71	34,76	74,41	73,94	33,33
FV	GL	-----Segundo ciclo de produção-----						
Bloco	3	1199,2 ^{ns}	7960,1 ^{ns}	0,686 ^{ns}	254,01 ^{ns}	4231,4 ^{ns}	42,10 ^{ns}	281,7 ^{ns}
Fonte de adubação	4	4479,7 ^{**}	28382,9 ^{**}	0,633 ^{ns}	302,09 ^{ns}	15914,4 ^{**}	88,69 ^{**}	400,23 ^{ns}
Resíduo	12	645,26	4053,8	0,543	222,25	1851,93	13,56	191,36
CV		54,29	51,53	27,81	23,75	49,09	51,65	21,52

*Significativo (p < 0,05); **Significativo (p < 0,01); ^{ns}não significativo.

A quantidade média de frutos/planta (NFP) formados no primeiro ano não diferiu significativamente entre fontes de adubação. No segundo ciclo de produção, esta variável foi influenciada pelas fontes de adubação, cujos melhores resultados foram obtidos com as fontes orgânicas, não diferindo suas médias entre si, os frutos colhidos com a aplicação do composto orgânico II (F3) também não diferiu daqueles obtidos com as fontes F1 e F4 (Tabela 34). Silva et al. (2008b), avaliando diferentes acessos de pinhão manso, registraram o surgimento da primeira floração aos seis meses após o plantio com um total de 20 a 25 frutos/planta.

Apesar de não ter sido apresentado em tabela, o número médio de frutos/cacho foi de 4 (F1), 5 (F4 e F5), 6 (F2) e 8 (F3) no primeiro ano e 5 (F1), 6 (F4) e 7 (F2, F3 e F5) no segundo ano. Sunil et al. (2007) verificaram em 162 acessos de pinhão manso na Índia, cachos com média de 6 a 10 frutos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 34. Médias do número de frutos por planta (NFP), massa total dos frutos por planta (MTF), massa do fruto (MF), massa de 100 grãos (M100G), produção de grãos por planta (PGP), número de inflorescência (NINF) e rendimento percentual de grãos (RPG) nas diferentes fontes de adubação.

Ciclo de produção	DMS	Fontes de adubação				
		F1	F2	F3	F4	F5
-----NFP-----						
Primeiro	19,30	4,25a	12,37a	16,31a	4,68a	16,37a
Segundo	57,27	16,18b	80,25a	33,43ab	18,93b	85,12a
-----MTF (g)-----						
Primeiro	38,01	8,75a	26,25a	36,34a	8,60a	31,71a
Segundo	143,54	42,78b	220,10a	86,80ab	60,01b	208,10a
-----MF (g)-----						
Primeiro	1,30	1,65a	2,13a	2,25a	1,47a	1,93a
Segundo	1,66	2,13a	2,72a	2,67a	3,23a	2,49a
-----M100G (g)-----						
Primeiro	38,4	42,14a	56,19a	57,63a	37,49a	51,92a
Segundo	33,61	48,74a	71,26a	61,37a	68,17a	64,26a
-----PGP (g)-----						
Primeiro	25,81	6,24a	18,12a	24,79a	5,59a	22,18a
Segundo	97,02	28,56c	159,54a	57,68bc	40,57c	151,99ab
-----NINF-----						
Primeiro	2,78	1a	2a	2a	1a	3a
Segundo	8,30	3b	12a	5ab	3b	13a
-----RPG (%)-----						
Primeiro	46,02	54,77a	66,54a	66,79a	52,22a	65,91a
Segundo	31,18	47,08a	72,16a	65,58a	66,24a	70,35a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si dentro do mesmo ciclo de produção, nos respectivos tratamentos (Teste de Tukey, $P \leq 0,05$).

Segundo Drumond et al. (2009), o pinhão manso, no seu primeiro ano de cultivo em condições de sequeiro e adubada em fundação com 150g/cova de NPK (06:24:12), produz 50 frutos/planta. A adubação, bem conduzida, possibilita ganhos significativos de produtividade na maioria das plantas cultivadas. De acordo Santos et al. (2007), o pinhão manso é uma planta que

RESULTADOS E DISCUSSÕES

responde a doses de potássio e fósforo, promovendo um crescimento inicial rápido. Porém, precisa ser conduzida tecnicamente para evitar uso desnecessário de determinados nutrientes que podem, em certos casos, até reduzir a produtividade (TÁVORA, 1982). A contribuição da matéria orgânica para a fertilidade do solo se dá em função de substanciais modificações das suas propriedades físicas, através do aporte de nutrientes e de suas propriedades coloidais, que aumentam, significativamente, a capacidade de troca catiônica dos solos (KANG, 1993). A incorporação ao solo de materiais orgânicos afeta a dinâmica populacional dos microorganismos e, também, a disponibilidade de alguns nutrientes, em especial o nitrogênio (MIELNICZUK, 1999).

Quanto ao número de inflorescência, o menor número de emissões foi observado nas plantas adubadas com F1 (ausência de adubação) e F4 (adubação mineral), e a maior emissão nas plantas adubadas com esterco bovino (F5). Entretanto, suas médias não diferiram entre si (primeiro ano). O coeficiente de variação 73,94 % (Tabela 36) demonstra que o baixo número de inflorescências é explicado pela idade das plantas, que, por terem um ano, encontram-se no período de juvenilidade. Outro fator observado durante a condução do experimento que também contribuiu para o baixo número de inflorescência foi o abortamento das flores. Isto pode ser atribuído à baixa relação entre o número de folhas e de frutos. Sendo o pinhão manso uma planta de rápido crescimento, muito carboidrato é desviado para o crescimento vegetativo, prejudicando, assim, o florescimento e desenvolvimento de frutos.

O pinhão-mansos segue a arquitetura típica de diversas euforbiáceas; a primeira inflorescência é cimeira e, assim que ela começa a crescer, dois ramos ou módulos desenvolvem-se a partir da primeira inflorescência, a qual passa a ser axial (SATURNINO et al., 2005).

Embora não significativo, no primeiro ano de cultivo, a maior produção de grãos/planta foi obtida com a utilização das fontes orgânicas F2 (24,79g) > F5 (22,18g) > F2 (18,12g). Para esta variável, o coeficiente de variação foi muito alto (74,41%), uma vez que o valor da precisão experimental aceitável é de até 30 % (GOMES, 2000). Este valor pode ser explicado devido ao fato de o pinhão manso não possuir uma variedade geneticamente melhorada, o que promoveu uma irregular produção entre plantas de uma mesma parcela.

Segundo Silva (2009), a produtividade da planta está condicionada ao número de frutos, número de sementes por fruto e peso de sementes, variando muito, dependendo da região, dos

RESULTADOS E DISCUSSÕES

métodos de cultivo e tratos culturais, idade da cultura, bem como da regularidade pluviométrica, fertilidade do solo ou mesmo pela ação prolongada de ventos na época da estiagem. Se, no primeiro ano, as médias de produção obtidas com as diferentes fontes de adubação não diferiram significativamente entre si, no segundo ano, houve um incremento na produção de grãos de 357,7%; 780,46%; 132,67%; 625,76% e 585,25% nas plantas adubadas com F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente, sendo que, desta vez, as fontes orgânicas (F2, F3 e F5) promoveram a maior produção. Este aumento já era esperado em virtude do próprio desenvolvimento da planta, porém, não foi suficiente para atingir a média sugerida por Tominaga et al. (2007), que é de 100, 500, 2.000 e 4.000 g.planta⁻¹ de sementes no primeiro, segundo, terceiro e quarto anos de cultivo, respectivamente. Para Avelar et al. (2005), quanto maior o período de tempo disponível para a planta com condições ambientais favoráveis, maior será o número de frutos formados e, portanto, maior a produtividade.

Provavelmente, a poda realizada em agosto/2008 também contribuiu para que ocorresse o incremento na produção, uma vez que para Melo et al. (2008), esta prática promove a emissão de mais ramos laterais, o que aumenta a produção de frutos e sementes.

Não houve diferença significativa entre fontes de adubação para a variável massa de 100 grãos, em ambos os anos de produção (Tabela 36). Contudo, no primeiro ano, o uso do composto orgânico II (F3) promoveu um aumento na massa dos grãos de 53,72% e 42,14% em relação às fontes adubação mineral (F4) e testemunha (F1), respectivamente. No segundo ano, a maior massa de grãos foi verificada com o composto orgânico I; 46,20% maior que a testemunha.

Avaliando-se o rendimento percentual de grãos (Tabela 36), independente do ciclo de produção, percebe-se que as médias obtidas em cada fonte de adubação não diferiram significativamente entre si, cujos resultados variaram entre 54,77% (F1) a 66,79% (F3), no primeiro ano e, 47,02% (F1) a 72,16% (F2) no segundo ano. Segundo Peixoto (1973), a massa dos frutos do pinhão manso é constituída por 66,77% de sementes e 33,23% de cascas. Comparando os anos de produção, verifica-se que a maior redução no valor do rendimento percentual de grãos (14,04%) foi verificada nas plantas com ausência de adubação. Isto significa dizer que, na segunda produção, a cada 100g de frutos produzidos, 47,02g são sementes e 52,98g são cascas, tal resultado demonstra um aumento no número de sementes murchas.

4.2.4 - Estudo de correlações

Pela matriz de correlação dos componentes de produção do pinhão manso (Tabela 35), verificou-se, nos dois anos de produção e em todas as fontes de adubação, correlação positiva e significativa entre as seguintes características: número de frutos (NFP) e produção de grãos (PG); número de fruto (NFP) e massa total de frutos (MTF); número de frutos (NFR) e massa total de frutos (MTF), revelando estreita relação entre estas características, uma vez que a produção de grãos está relacionada ao número de cachos por planta que, por sua vez, determina o número de frutos.

No primeiro ano de cultivo, o número de grãos (NG) sob a influência da adubação mineral não apresentou correlação significativa com as variáveis: massa total de frutos (MTF), produção de grãos (PG) e número de frutos, uma vez que houve má formação de grãos.

Independente da fonte de adubação e do ano de cultivo o rendimento percentual de grãos (RPG) apresentou baixa correlação com as demais características agronômicas. A justificativa parece estar associada há produção de grãos murchos em decorrência do ataque severo de coleópteros. Segundo Sato et al., (2009), o murchamento de grãos de pinhão manso é provocado por pragas, como por exemplo, o besouro-azul, o coleóptero *Calidea dregei* e doenças, como o “*damping off*” causado por *Fusarium spp.*

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 35. Coeficientes de correlação linear de Pearson entre algumas características agronômicas do pinhão manso em função das fontes de adubação nos dois primeiros anos de cultivo.

Características agronômicas	Fontes de adubação																									
	MTF					PG					NF					NG					RPG					
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	
Primeiro ano de produção																										
RPG	ns	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	1	1	1	1	1	
NG	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	ns	**	1	1	1	1	1	ns	ns	*	*	*	
NF	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**	ns	ns	*	**	ns
PG	**	**	**	**	**	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	**	*	
MTF	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	
Segundo ano de produção																										

** significativo ($p \leq 0,01$) e ^{ns} não significativo, respectivamente, pelo Teste t. MTF, massa total do fruto; PG, produção de grãos; NF, número de frutos; NG, número de grãos e RPG, rendimento percentual de grãos.

4.2.5 - Altura da planta, diâmetro do caule, número de ramos secundários e produtividade no final de cada ciclo de produção.

Através da análise de variância (Tabela 36), percebe-se, ao final dos dois ciclos de produção, que apenas os valores do diâmetro caulinar variaram com a aplicação das diferentes fontes de adubação. Os valores de produtividade também foram influenciados significativamente no segundo ano de cultivo com a utilização das diferentes fontes de adubação.

Tabela 36. Resumo das análises das variâncias para os dados da altura da planta, diâmetro caulinar, número de ramos secundários e produtividade ao final dos dois ciclos de cultivo.

. FV	GL	Quadrados Médios			
		-----Primeiro ciclo de produção-----			
		Altura	Diâmetro	Nº ramos	Produtividade
Bloco	3	3327,51 [*]	2,631 ^{**}	1,936 ^{ns}	1415,14 ^{ns}
Fontes de adubação	4	640,79 ^{ns}	1,684 ^{**}	2,957 ^{ns}	2010,89 ^{ns}
Resíduo	12	621,85	0,256	2,501	819,56
CV		16,51	7,46	28,95	74,42
FV	GL	-----Segundo ciclo de produção-----			
Bloco	3	78,30 ^{ns}	0,540 ^{ns}	7,962 ^{ns}	26447,02 ^{ns}
Adubo	4	477,75 ^{ns}	2,704 ^{**}	0,954 ^{ns}	99460,39 ^{**}
Resíduo	12	247,82	0,371	2,305	11573,64
CV		9,80	7,21	20,85	49,08

^{*}Significativo (p < 0,05); ^{**}Significativo (p < 0,01); ^{ns}não significativo.

Não houve diferença significativa entre as médias da variável altura da planta em função das fontes de adubação ao término dos dois anos de produção (Tabela 37). No final da primeira produção, aos 420 DAP, as plantas apresentaram uma taxa de crescimento de 0,30; 0,44; 0,35; 0,28 e 0,34 cm dia⁻¹ com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente. No final da segunda produção, aos 810 DAP, as plantas apresentaram uma taxa de crescimento de 0,21; 0,22; 0,18; 0,23 e 0,21 cm dia⁻¹ com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente. Estes valores representam uma diminuição percentual de 39,53; 46,56; 54,31; 29,52 e 45,38 %, em relação às taxas observadas no primeiro ciclo de produção. Esses resultados não corroboram com

RESULTADOS E DISCUSSÕES

as informações de Behera et al. (2010), onde plantas podadas a 30 cm de altura apresentam maior desempenho de crescimento em relação aquelas não podadas. Segundo Gour (2006) e Singh et al. (2006), podas realizadas entre 30 a 45 cm de altura são ideais para maximizar a taxa de crescimento e para otimizar o número de ramos primários e secundários.

Tabela 37. Médias da altura da planta, diâmetro caulinar, número de ramos secundários e produtividade do pinhão manso ao final dos dois ciclos de cultivo.

Ciclo de produção	DMS	Fontes de adubação				
		F1	F2	F3	F4	F5
----- Altura (cm)-----						
Primeiro	56,22	143,23a	162,66a	159,90a	132,72a	156,60a
Segundo	35,49	166,7a	168,41a	156,44a	172,0a	167,13a
----- Diâmetro (cm)-----						
Primeiro	1,14	6,33ab	7,29a	7,34a	5,88b	7,09a
Segundo	1,37	7,70bc	9,52a	8,37abc	7,65c	9,04ab
-----Nº ramos secundários-----						
Primeiro	3,56	4a	6a	5a	5a	6a
Segundo	3,42	7a	8a	7a	7a	7a
----- Produtividade (kg ha ⁻¹)-----						
Primeiro	64,54	15,60a	45,31a	61,99a	13,98a	55,45a
Segundo	242,55	71,41c	398,85a	144,20bc	101,42c	379,97ab

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si dentro do mesmo ciclo de produção, nos respectivos tratamentos (Teste de Tukey, $P \leq 0,05$).

Os valores de diâmetro caulinar, ao contrário da altura das plantas, diferiram em função das fontes de adubação, sendo as maiores médias obtidas, independente do ciclo de produção, com a aplicação das fontes orgânicas (F2, F3 e F5). Behera et al. (2010), também verificaram diferenças significativas para diâmetro caulinar com a utilização de diferentes fontes de adubação, sendo a adubação orgânica (torta de *Jatropha*) mais eficiente que a mineral (5 e 10g de NPK/cova). A importância da adubação orgânica (F2, F3 e F5) para a cultura do pinhão manso se deve, provavelmente, ao papel que matéria orgânica desempenha na disponibilidade de nutrientes, pois, analisando a composição química do solo no final do segundo ciclo de produção (Tabela 23), observa-se maior concentração dos nutrientes N, K, S e Ca, como também, maior CTC e matéria orgânica em relação à testemunha (F1) e a adubação mineral (F4).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em áreas de baixa fertilidade, o pinhão manso responde melhor a adubação orgânica do que a fertilizantes minerais (FRANCIS et al., 2005; KUMAR e SHARMA, 2008). Mas, para que a mesma venha surtir efeitos positivos, a sua aplicação deverá ser periódica para compensar a remoção de nutrientes pela cultura (ACHTEN et al., 2008). Segundo Jongschaap et al. (2007), com base na composição nutricional dos frutos, a cada tonelada de grãos produzidos por hectare, são extraídos do solo aproximadamente 14,3 a 34,3 kg de N; 0,7 a 7,0 kg de P e 14,3 a 31,6 kg de K ha⁻¹. Assim, a aplicação de adubos químicos ou orgânicos no solo deverá ser realizada visando, pelo menos, repor tais extrações.

Quanto à produtividade, no primeiro ano de cultivo as médias obtidas nas diferentes fontes de adubação não diferiram estatisticamente entre si. Tal comportamento não se repetiu no segundo ano, ou seja, a adubação influenciou significativamente nos resultados desta variável, sendo as maiores médias obtidas com a aplicação do composto orgânico I (F2) e esterco de curral (F5) e as menores médias com a utilização do adubo mineral (F4) e ausência de adubo (F1). A produtividade obtida com a aplicação de composto orgânico II (F3) não diferiu significativamente das fontes F1, F4 e F5. Ainda analisando a Tabela 39, percebe-se que a produtividade no segundo ano, se comparada com a primeira, aumentou em todas as fontes de adubação F1(357,76%), F2(780,27%), F3(132,62%), F4 (625,46%) e F5 (582,25%). O aumento da produtividade do 1º para o 2º ano de cultivo do pinhão manso confirma os dados de Costa et al. (2009b).

A produtividade alcançada no primeiro ano de cultivo com a aplicação do composto orgânico II (61,99 kg ha⁻¹) está consonante com o dado de Coletti (2008), a qual obteve 70,8 kg ha⁻¹ de sementes de plantas de pinhão manso sob condições de sequeiro. Porém, a mesma produtividade foi bastante inferior se comparada aos 246 kg ha⁻¹ de sementes obtidas por Drumond et al. (2007), apenas com o regime normal de chuva nos nove primeiros meses de implantação da cultura. No segundo ano, a maior produtividade foi verificada com a aplicação do composto orgânico I (F2) 398,85 kg ha⁻¹, ficando bem abaixo da média (1250 kg ha⁻¹) esperada para uma lavoura com mesma idade em condições de sequeiro (TOMINAGA et al., 2007).

Ao final de cada ciclo de produção, verificou-se que o número de ramos não diferiu significativamente entre fontes de adubação. Percebe-se apenas que houve um aumento desta variável no segundo ano em comparação ao ano anterior, possivelmente devido a dois fatores. O

RESULTADOS E DISCUSSÕES

primeiro, foi o surgimento das primeiras inflorescências que, por ser apical, originam a emissão de novos ramos que passam a ser axilares até o surgimento de novas inflorescências (ALBUQUERQUE et al., 2008b) e o segundo fator, a poda.

Trabalhos relacionados à poda da *Jatropha* já foram publicados (HELLER, 1996; OPENSHAW, 2000; TIGERE et al., 2006; EULER e GORRIZ, 2004). Esta prática é importantíssima para a cultura do pinhão manso, pois, por modificar a arquitetura da mesma, promove a produção de ramos novos e estimula o surgimento de novas inflorescências e, conseqüentemente, aumento na produtividade (GOUR, 2006).

A poda, quando de origem antrópica, tende a desencadear efeitos fisiológicos na planta que podem favorecer ou desfavorecer sua anatomofisiologia. Como os vegetais apresentam dominância apical, devido à maior concentração do hormônio Ácido indol-3-acético (AIA) se localizar no meristema apical (brotos), a retirada deste tende a uma melhor redistribuição da seiva, favorecendo a brotação lateral de gemas e, assim, novos caules e folhas são originados (SOUSA, 2005).

O número de ramos correlacionou-se positivamente com a produtividade, a nível de 5% pelo teste t, apenas no segundo ciclo de produção (0,4467^{*}). No primeiro ano, a significância entre estes parâmetros foi de 0,330^{ns}. Isto implica dizer que quanto maior o número de ramos/planta maior será a produtividade. Tais resultados corroboram com as informações de Melo et al. (2008), onde obtiveram em plantas podadas, um acréscimo na produção de 24,02% em relação ao tratamento não podado. Segundo Cortesão (1956), as estruturas produtivas do pinhão manso encontram-se na extremidade apical dos seus ramos, o que torna a poda um trato cultural importante para o aumento da produção desta oleaginosa.

Neste trabalho, esperava-se no final dos dois anos de produção, um maior número de ramos, isto porque, Dalchiavon et al. (2008), verificaram em plantas de pinhão manso com crescimento livre (no primeiro ano de cultivo), uma variação de 12 a 22 ramos secundários/planta. Brito (2008) no segundo ano de avaliação, também em sistema livre (testemunha), registrou uma brotação média de 33,7 ramos. Assim, conforme pode ser observado na Figura 23 percebe-se que as plantas de pinhão manso, analisadas neste trabalho, não tiveram um bom desenvolvimento da copa, o que pode ter refletido numa produtividade abaixo do esperado.



Figura 23. Pinhão manso no segundo ano de cultivo.

O baixo número de ramos pode estar associado às condições de sequeiro em que foi montado o experimento, segundo Janulis (2004), em tais condições, o pinhão manso apresenta menores valores de copa, clorofila b e total, carotenóides e teor de proteína na folha. Indicando menor desempenho fisiológico, na ausência de irrigação (BEHERA et al., 2010). Entretanto, vale a pena ressaltar que além das condições climáticas, maior copas são observadas em função da genética (GINWAL et al., 2004), da idade da planta (HELLER, 1996; SHARMA, 1997) e do manejo (método de propagação, espaçamento, poda, adubação, etc), (HELLER, 1996; GOUR, 2006).

4.3 - Características físico-químicas do óleo de mamona e pinhão manso

O resumo da análise de variância das características físico-químicas do óleo está apresentado na Tabela 38 Observa-se que houve efeito significativo dos fatores em relação à interação fonte de adubação (A) x cultura (B) para rendimento do óleo, acidez, índice de saponificação, umidade e viscosidade. O índice de iodo e a densidade foram influenciados significativamente pelo fator cultura, enquanto que o índice de peróxido não foi influenciado por nenhum fator.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 38. Análise de variância das características rendimento (REND), acidez (ACI), índice de iodo (ID), índice de peróxido (IP), índice de saponificação (IS), umidade (U), viscosidade (VIS) e densidade (DEN) do óleo de mamona e pinhão manso.

FV	GL	Quadrados Médios							
		REND	ACI	ID	IP	IS	U	VIS	DEN
Fonte de adubação (A)	4	43,79**	0,367**	12,636 ^{ns}	0,034 ^{ns}	28,58*	0,0069**	0,2150 ^{ns}	5,0.10 ^{-8 ns}
Cultura (B)	1	1179,34**	0,365**	260,06**	0,034 ^{ns}	1528,2**	0,769**	1284,08**	0,0097**
A x B	4	11,41**	0,304**	7,645 ^{ns}	0,034 ^{ns}	24,7*	0,006**	0,586**	5,0.10 ^{-8 ns}
Resíduo	10	0,327	0,01	23,778	0,034	6,395	0,0005	0,074	5,0.10 ⁻⁸
CV (%)		1,74	9,67	5,26	447,21	1,34	6,77	0,99	0,02

* Significativo (p < 0,05); ** Significativo (p < 0,01); ns não significativo.

O maior rendimento de óleo foi obtido nos grãos de mamona adubado com composto orgânico II (F3) e composto I (F2), não diferindo suas médias estatisticamente entre si. O rendimento obtido nesta última fonte, também não diferiu das fontes esterco de curral (F5) e adubo mineral (F4). O pior resultado foi verificado na ausência de adubação, com redução de 28% em relação à fonte F3 (Tabela 39). É importante salientar que o valor médio obtido de 44,37% de óleo nos grãos da BRS 149 Nordestina com a utilização da fonte (F3), é inferior aos relatados na literatura para esta cultivar, que é de 49% (CARVALHO, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 39. Análise físico-química do óleo de mamona em função das fontes de adubação, ausência de adubo (F1), composto orgânico I (F2); composto orgânico II (F3); adubo mineral (F4) e esterco bovino (F5).

Cultura	Fontes de adubação					DMS	
	F1	F2	F3	F4	F5	Linha	Coluna
-----Rendimento %-----							
Mamona	31,97cA	42,50abA	44,37aA	41,76bA	42,47bA	1,88	1,275
Pinhão manso	22,57cB	24,76bB	27,58aB	25,63bB	25,75abB		
-----Acidez mgKOH/g-----							
Mamona	0,69bA	0,83bB	0,69bB	1,39aA	0,69bB	0,317	0,214
Pinhão manso	0,35cB	1,67aA	1,12bA	1,12bB	1,40aA		
-----Índice de iodo g I ₂ /100g -----							
Mamona	86,84aA	91,69aA	89,38aB	89,79aA	87,58aA	16,05	10,865
Pinhão manso	94,77aA	96,83aA	100,32aA	93,69aA	95,73aA		
-----Índice de peróxido meq/1000g -----							
Mamona	0,0aA	0,0aA	0,0aA	0,414aA	0,0aA	0,610	0,413
Pinhão manso	0,0aA	0,0aA	0,0aA	0,0aB	0,0aA		
-----Índice de saponificação mg KOH/g-----							
Mamona	179,28abB	174,47bB	175,50bB	187,32aB	181,03abB	8,326	5,658
Pinhão manso	196,64aA	197,44aA	196,06aA	197,14aA	197,74aA		
-----Umidade %-----							
Mamona	0,56aA	0,52abA	0,53abA	0,47 bA	0,58aA	0,075	0,051
Pinhão manso	0,14bcB	0,18abB	0,235aB	0,075cB	0,085cB		
-----Viscosidade mm ² /s ¹ -----							
Mamona	19,99aB	18,85bB	19,55abB	19,53abB	19,19abB	0,896	0,606
Pinhão manso	34,97bA	35,73abA	36,10aA	35,08bA	35,37abA		
-----Densidade kg/dm ³ -----							
Mamona	0,962aA	0,962aA	0,9625aA	0,962aA	0,962aA	0,0007	0,0005
Pinhão manso	0,918aB	0,918aB	0,918aB	0,918aB	0,918aB		

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si dentro da mesma linha, nos respectivos tratamentos, e mesmas letras maiúsculas não diferem entre si entre oleaginosas para cada tratamento (Teste de Tukey, P≤0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto ao pinhão manso, o maior rendimento de óleo nos grãos foi verificado com a utilização do composto orgânico II (F2), em média 27,58%. A ausência de adubação (F1) promoveu o menor rendimento (22,57%). Estes resultados estão dentro do esperado uma vez que Teixeira (1987) encontrou rendimentos variando entre 26,22% a 35,69% e Oliveira et al. (2009b) utilizando o solvente *n*-hexano em um extrator Soxhlet, obtiveram um rendimento de 31,6%.

Em ambas as culturas utilizadas neste trabalho, verificou-se que o rendimento de óleo diferiu estatisticamente entre fontes de adubação, evidenciando que a adubação contribui para elevar o teor de óleo. Segundo Patolia et al. (2007), adubações realizadas com N, P e K aumentam o rendimento de óleo. Severino et al. (2005b) verificaram a importância do estado nutricional da mamoneira sobre o teor de óleo nas sementes, com diferenças significativas entre os tratamentos com e sem adubação, aumentando de 43,5 % para 47,4 % com fornecimento de fertilizantes.

Analisando a influência da cultura dentro de cada fonte de adubação, percebe-se que a cultivar BRS 149 Nordestina produziu os grãos com o maior rendimento de óleo, superando estatisticamente os valores médios registrados nos grãos do pinhão manso (Tabela 39). Desse modo, fica evidente que em termos de conteúdo de óleo nos grãos, a cultivar “BRS 149 Nordestina” supera o pinhão manso, pelo menos nas condições em que o experimento foi desenvolvido.

É importante ressaltar que a extração do óleo em ambas as culturas foi realizada via mecânica (prensagem), utilizando grãos inteiros. Esta informação é relevante uma vez que o rendimento do óleo dependerá da parte usada, ou seja, para o pinhão manso, o teor de óleo é de aproximadamente 38,1% nas sementes e 60,8% no albúmen (FUNDAÇÃO..., 1983). De acordo com Pinto (1963), o teor de óleo no albúmen da mamona varia de 55% a 70%. Assim, a relação albúmen/casca deverá ser levada em consideração. Neste trabalho, os grãos de mamona selecionados para a extração, possuíam, em média, 21,65% de casca e 78,35% de albúmen e os grãos de pinhão manso, 61,86% de albúmen e 38,14% de casca. Em relação à mamona, o grão do pinhão manso, além de possuir menor relação albúmen/casca, possui uma casca com maior espessura e maior porosidade, fazendo com que uma parte do óleo fosse absorvida pela casca durante a extração, diminuindo assim, o rendimento (Figura 24).



Figura 24. A esquerda, sementes de mamona e, a direita, sementes de pinhão manso (A e B);

Em pesquisa realizada avaliando-se o potencial de óleo extraído do albúmen, constatou-se uma variação de até 3% no teor de óleo entre as diversas extrações (MELO et al., 2006). Os fatores contribuintes para esta variação podem estar relacionados com a variabilidade genética das sementes, condições de cultivo, estado de maturação e conservação dos frutos. Silva (2009), verificou em plantas irrigadas com maiores níveis de reposição da ETc, produção de sementes com maior peso e, conseqüentemente, maior quantidade de óleo.

Na mamoneira, o maior valor de acidez foi verificado nos grãos colhidos das plantas adubadas com fertilizante mineral (1,39), diferindo estatisticamente dos demais. Porém, em todos os tratamentos, os valores estão abaixo do limite máximo permitido (≤ 4) (Tabela 6), demonstrando que as sementes eram de boa qualidade. Nos grãos de pinhão manso, O menor e o maior valor de acidez foram verificados utilizando as fontes (F1) e (F2), respectivamente. Com a aplicação das fontes (F3) e (F4) não foi verificado diferença significativa entre suas médias.

Conforme Santos et al. (2001), o óleo com acidez inferior a 1% é classificado comercialmente como óleo industrial do tipo 1 e quando o óleo apresentar no máximo 3% de acidez livre é reconhecido como do tipo 3. Os índices reduzidos de acidez também evidenciam a potencialidade do óleo na indústria de cosméticos.

Segundo Zagonel (2005), para se obter um biodiesel de alta qualidade, recomenda-se o uso de óleos com índice de acidez abaixo de 2. O índice de acidez elevado influencia na hidrólise do biodiesel e na oxidação, e pode catalisar reações intermoleculares dos triacilglicerídios.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando a influencia de cada fonte de adubação dentro do fator cultura, verifica-se que os grãos da mamoneira colhidos nas plantas adubadas com composto orgânico I (F2), composto orgânico II (F3) e esterco de curral (F5) apresentaram valores médios de índice de acidez inferiores daqueles obtidos no pinhão manso, para as mesmas fontes de adubação. Na ausência de adubo (F1) e adubando-se com fertilizante mineral (F4), o óleo apresentou acidez menor nos grãos de pinhão manso.

O índice de iodo revela o número de insaturações de uma determinada amostra, quanto maior for o seu valor, mais susceptível estará o óleo à oxidação (RAMOS et al., 2003; KNOTHE, 2002; KYRIAKIDIS e KATSILOULIS, 2000).

Neste trabalho, independente da cultura analisada, os valores de índice de iodo não diferiram significativamente entre fontes de adubação, demonstrando semelhança entre os óleos, no tocante aos níveis de insaturação. Verificou-se apenas diferença significativa entre culturas com a utilização do composto orgânico II (F3). As maiores médias de índice de iodo verificadas no óleo de pinhão manso indicam maior número de insaturações dos ácidos graxos, tais como, o ácido oléico e o ácido linoléico. Tais ácidos são responsáveis por 77,5% da composição deste óleo (AKBAR et al., 2009).

No óleo da mamona, o valor de índice de iodo, com exceção da fonte F2, esteve dentro das especificações internacionais exigidas (82-90 gI/100g) (Tabela 6). Entretanto, para Pereira (2007), os óleos a serem utilizados como combustível devem ter um valor de iodo abaixo de 115 g I₂ por 100 g da amostra. Este valor qualifica os óleos da mamona e do pinhão manso obtidos em todas as fontes de adubação como propícios para a produção de biodiesel.

O resultado de índice de peróxido obtido na cultivar BRS-149 Nordestina foi superior em relação ao obtido para o pinhão manso apenas com a utilização do adubo mineral (F4), cujo valor foi de 0,414 meq/100g, estando bem abaixo do valor máximo admitido que é de 10 meq/1000g de amostra (MALACRIDA, 2003). Os baixos valores de índice de peróxido registrados nos óleos das culturas em estudo, independente da fonte de adubação, indicam que seus óleos possuem baixa possibilidade de deterioração oxidativa.

No óleo de mamona, os menores valores de índice de saponificação foram observados com a utilização das fontes composto orgânico I (F2) e composto II (F3), ambos, diferentes a 5% de probabilidade do verificado com o uso do adubo mineral (F4). No entanto, todos os valores

RESULTADOS E DISCUSSÕES

estão próximos aos encontrados na literatura. Conforme Chierice e Claro Neto (2001), no óleo de mamona se tem uma média de 180 mg KOH/g. Segundo Costa et al. (2004), ao estudarem o óleo de mamona encontraram uma variação do índice de saponificação de 176 – 184 mg KOH/g. Quanto ao pinhão manso, as médias do índice de saponificação não diferiram significativa entre fontes de adubação, diferiu apenas entre culturas, cujos maiores valores foram observados no óleo do pinhão manso, independente da fonte de adubação utilizada, provavelmente devido ao menor peso molecular do ácido graxo contido em seu óleo.

De acordo com Pereira (2007), o índice de saponificação dos triacilgliceróis varia com a natureza dos ácidos graxos constituintes do óleo, sendo inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídeos presentes, ou seja, quanto menor for o peso molecular do ácido graxo, tanto maior será o índice de saponificação do óleo.

O óleo extraído dos grãos de pinhão manso apresentou os menores valores de umidade com a aplicação do fertilizante mineral (F4), esterco bovino (F5) e ausência de adubo (F1) e as maiores médias com o composto orgânico I (F2) e composto II (F3). Contudo, a umidade 0,235% verificada na fonte (F2), está bem abaixo do valor encontrado por Penha et al. (2007b), que foi de 0,37%. A umidade encontrada em todas as fontes de adubação está bem abaixo da exigência máxima permitida, e conseqüentemente, propícios para a produção de biodiesel por transesterificação.

A adubação mineral (F4) foi a que promoveu o menor teor de umidade (0,47%) no óleo da mamona, não diferindo estatisticamente das fontes F2 e F3, estes, por sua vez, não diferem da fonte F1. Conforme Santos et al. (2001) o óleo de mamona obtido com a fonte F4 pode ser classificado comercialmente como industrial do tipo 1, por está abaixo do limite máximo permitido de 0,5% de umidade.

Analisando o óleo de pinhão manso, percebe-se que o composto orgânico II (F3) proporcionou o maior valor de viscosidade a 40°C ($36,10 \text{ mm}^2/\text{s}^1$), diferindo estatisticamente a nível de 5% de probabilidade das médias obtidas com a utilização das fontes F1 (ausência de adubação) e F4 (adubo mineral). Os valores registrados nestas duas últimas fontes, não diferiram daqueles obtidos com as fontes F2 e F5. Penha et al. (2007a) ao analisarem o óleo de pinhão manso cultivado no Maranhão verificaram uma viscosidade de $30,985 \text{ mm}^2/\text{s}^2$. A viscosidade cinemática é uma propriedade fluidodinâmica que expressa a resistência oferecida pela substância

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ao escoamento sob gravidade, valores adequados de viscosidade proporcionam um funcionamento adequado do sistema de injeção e bomba de combustível.

Quanto à mamona, os valores de viscosidade a 100°C encontrados neste trabalho estão condizentes com os resultados de Soares et al. (2006), que foi de 18,23 mm²/s¹. Valores altos de viscosidade se constituem em uma vantagem na fabricação de lubrificantes, mas, por outro lado, se constituem em um problema a ser contornado na produção do biodiesel, pois a viscosidade deste combustível tem que se enquadrar no limite especificado pela ANP (2003). O grupo hidroxila é o que confere ao óleo de mamona estabilidade e alta viscosidade (COSTA et al., 2008).

Comparando a influencia das fontes de adução dentro das culturas, percebe-se que a viscosidade do pinhão manso é superior a da mamona. Entretanto, este resultado não condiz com a realidade, isto porque, a viscosidade do pinhão manso e da mamona foi determinada a 40°C e a 100°C, respectivamente. Assim, numa mesma faixa de temperatura o óleo de mamona é mais viscoso do que o do pinhão manso.

Ambos os óleos (pinhão manso e mamona) não podem ser utilizados *in natura* como combustível por promoverem problemas operacionais nos motores, tais como depósito de carbono, entupimento dos bicos injetores, entre outros. Diferentes métodos tais como: pré-aquecimento; misturas com outros óleos e transesterificação estão sendo usados para reduzir a viscosidade e torná-los aptos para serem usados como biocombustíveis (PRAMANIK, 2003; BANAPURMATH et al., 2008).

A densidade é a razão entre a massa e o volume de uma substância à temperatura e pressão especificadas. Em ambas as culturas, os valores deste parâmetro não foram influenciados pelas fontes de adubação, não diferindo suas médias entre si. Verificou-se, apenas diferenças significativas entre culturas, possuindo o óleo de mamona, em todas as fontes de adubação, uma densidade superior ao do pinhão manso. Geralmente, a densidade do óleo diminui com o peso molecular, no entanto, aumenta com o nível de insaturação (GUNSTONE, 2004).

4.4 – Avaliação econômica do cultivo da mamona e do pinhão manso.

As planilhas de custo de implantação (operação e material de consumo), custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e o custo total de produção (CPT) da cultura da mamona e do pinhão manso nos dois anos de cultivo encontram-se detalhadas nas Tabelas 40 e 41.

No ano de implantação do experimento foram contabilizados todos os recursos para a estruturação do cultivo da mamona e do pinhão manso, já no segundo ano, foram contabilizados apenas os custos referentes à condução, manutenção, colheita e beneficiamento da produção. Analisando as Tabela x e y, verifica-se que o custo operacional efetivo do primeiro ano de cultivo variou em função das fontes de adubação utilizadas neste trabalho, cujos valores oscilaram entre R\$ 2.253,7 e R\$ 18.029,6 (mamona) e entre R\$ 2.440,38 a R\$ 17.764,44 (pinhão manso) com a utilização das fontes F1 (ausência de adubo) e F3 (composto orgânico II), respectivamente. No segundo ano de cultivo, independente da oleaginosa cultivada, o COE diminuiu consideravelmente em relação ao ano anterior uma vez que não foi realizada uma nova adubação em decorrência da escassez e do alto custo com a aquisição da mesma.

Ao serem agregadas ao COE as despesas com Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR) e encargos sociais, obtém-se o custo operacional total. No primeiro ano de cultivo, houve um incremento nas despesas com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4 e F5 na ordem de 30,39%; 8,68%; 5,67%; 24,77%; 22,35% e 27,92%; 7,70%; 4,53%; 13,77% e 18,70% para mamona e pinhão manso, respectivamente. O menor incremento percentual no COT com a utilização das fontes F2 e F3 foi promovido pelo alto custo de aquisição dos adubos, uma vez que as despesas com CESSR e encargos sociais, verificadas nessas fontes, foram maiores que nas demais em decorrência da maior produtividade. No segundo ano de cultivo, sob a influência do efeito residual da adubação, houve um incremento no COT em torno de 36,15% e 35,20% para mamona e pinhão manso, respectivamente.

Finalmente, o custo operacional total foi determinado somando-se ao custo operacional total a despesa com o arrendamento da terra que, em ambos os anos de cultivo, foram de R\$ 510,00. Assim como no COE e COT, os maiores valores do CTP, independente do ano de cultivo e da oleaginosa cultivada, foram observados com a utilização das fontes composto orgânico I e composto orgânico II, por dois motivos, o primeiro pelo alto custo de aquisição do adubo no primeiro ano de cultivo e o segundo motivo, pela maior produtividade obtida no segundo ano, o que demandou maior mão de obra para colheita, transporte e beneficiamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 40 – Relatório dos custos para a cultura da mamona nos dois anos de cultivo em função das diferentes fontes de adubação.

Item	Unid.	Quantidade										Valor R\$/ha									
		Ano																			
		1°					2°					1°					2°				
		Fontes de adubação																			
		F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
A - Operação																					
Gradagem	h.m	1	1	45	1	1	-	-	-	-	-	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	-	-	-	-	-
Coveamento, semeio e adubação	H.d/ha	35	45	4,5	45	45	-	-	-	-	-	743,8	956,3	956,3	956,3	956,3	-	-	-	-	-
Desbaste	H.d/ha	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-	-	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	-	-	-	-	-
Aplic. de formicida	H.d/ha	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	-	-	-	-	-
Capina manual	H.d/ha	45	45	45	45	45	30	30	4	30	30	956,3	956,3	956,3	956,3	956,3	637,5	637,5	637,5	637,5	637,5
Colheita manual	H.d/ha	2,6	8,7	3	7,2	14,1	1,1	2,7	0,5	1,2	2,1	54,6	183,9	318,8	153,6	299,9	23,5	57,2	85,0	24,9	44,1
Transporte	H.d/ha	0,5	1,7	4	1,4	2,8	0,1	0,3	1	0,1	0,3	10,9	36,8	63,8	30,7	60,0	2,9	7,1	10,6	3,1	5,5
Secagem	H.d/ha	0,7	2,3	10	1,9	3,8	0,3	0,7	1,6	0,3	0,5	14,6	49,0	85,0	41,0	80,0	5,9	14,3	21,3	6,2	11,0
Descascamento	H.d/ha	1,7	5,8	45	4,8	9,4	0,4	1,1	0	0,5	0,8	36,4	122,6	212,5	102,4	199,9	9,4	22,9	34,0	9,9	17,6
B- material de consumo																					
sementes	kg/ha	6	6	6	6	6,00	-	-	-	-	-	48,0	48,0	48,0	48,0	48,00	-	-	-	-	-
Formicida - Formicidol	kg/ha	6	6	6	6	6,00	-	-	-	-	-	36	36	36	36,0	36,00	-	-	-	-	-
Adubo	kg/ha	-	30.000,0	30.000,0	1014,9	30.000,0	-	-	-	-	-	0,0	7500,0	15000,0	2.849,0	1.500,00	-	-	-	-	-
C - Custo operacional efetivo (A+B)												2.253,7	10.241,9	18.029,6	5.526,31	4.489,37	679,3	738,9	788,4	681,64	715,81
D - Outros custos operacionais																					
Encargos sociais												673,1	848,8	952,4	825,58	937,93	244,5	266,0	283,8	245,39	257,69
CESSR(2,2%)												11,9	40,0	69,4	33,45	65,31	0,5	1,3	1,8	0,40	1,59
E- custo operacional total (C+D)												2.938,7	11.130,7	19.051,5	6.895,34	5.492,62	924,3	1.006,3	1.074,0	927,42	975,10
F- Outros custos fixos																					
Arrendamento da terra												510,00	510,00	510,00	510,00	510,00	510,00	510,00	510,00	510,00	510,00
G - Custo total de produção (E+F)												3.448,7	11.640,7	19.561,5	6.895,34	6.002,62	1.434,3	1.516,3	1.584,0	1.437,42	1.485,0

CESSR, Contribuição Especial da Seguridade Social Rural

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 41 – Relatório dos custos para a cultura do pinhão manso nos dois anos de cultivo em função das diferentes fontes de adubação.

Item	Unid.	Quantidade										Valor R\$/ha									
		-----Ano-----																			
		1°					2°					1°					2°				
		-----Fontes de adubação-----																			
		F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
A - Operação																					
Gradagem	h.m	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	-	-	-	-	-
Coveamento, semeio e adubação	H.d/ha	35,0	45,0	45,0	45,0	45,0	-	-	-	-	-	743,75	956,25	956,25	956,25	956,25	-	-	-	-	-
Aplic. de inceticida	H.d/ha	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	63,75	63,75	63,75	63,75	63,75	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Aplic. de acaricida	H.d/ha	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	63,75	63,75	63,75	63,75	63,75	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Aplic. de formicida	H.d/ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	21,25	21,25	21,25	21,25	21,25	-	-	-	-	-
Capina manual	H.d/ha	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	956,25	956,25	956,25	956,25	956,25	956,25	956,25	956,25	956,25	956,25
Colheita manual	H.d/ha	1,5	4,4	6,0	1,4	5,4	1,6	9,0	3,3	2,6	9,0	31,88	93,19	127,50	28,75	114,05	34,24	191,25	69,14	55,95	190,83
Transporte	H.d/ha	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,6	0,2	0,2	0,6	1,59	4,66	6,38	1,44	5,70	2,28	12,75	4,61	3,73	12,72
Secagem	H.d/ha	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,7	1,06	3,11	4,25	2,13	3,80	2,66	14,88	5,38	4,35	14,84
Descascamento	H.d/ha	0,1	0,4	0,5	0,1	0,4	0,4	2,0	0,7	0,6	2,0	2,66	7,77	10,63	2,40	9,50	7,61	42,50	15,37	12,43	42,41
B- material de consumo																					
sementes	kg/ha	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	-	-	-	-	-	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	-	-	-	-	-
Formicida - Formicidol	kg/ha	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	-	-	-	-	-	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	-	-	-	-	-
Inseticida – Decis	kg/ha	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Acaricida – Vertimec 18CE	kg/ha	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	22,44	22,44	22,44	22,44	22,44	29,93	29,93	29,93	29,93	29,93
Adubo	kg/ha	-	30.000,0	30.000,0	1.014,9	30.000,0	-	-	-	-	-	-	7.500,00	15.000,00	2.849,03	1.500,00	-	-	-	-	-
C - Custo operacional efetivo (A+B)												2.440,38	10.224,41	17.764,44	5.499,43	4.248,75	1.218,98	1.433,56	1.266,68	1.248,64	1.432,98
D - Outros custos operacionais																					
Encargos sociais												678,94	781,19	795,60	754,55	789,95	422,30	499,55	439,47	432,98	499,34
CESSR(2,2%)												2,43	5,90	8,77	2,57	4,55	2,04	11,41	4,12	2,90	10,87
E- custo operacional total (C+D)												3.121,75	11.011,51	18.568,81	6.256,55	5.043,25	1.643,31	1.944,51	1.710,27	1.684,51	1.943,19
F- Outros custos fixos																					
Arrendamento da terra												510,0	510,0	510,0	510,0	510,0	510,0	510,0	510,0	510,0	510,0
G - Custo total de produção (E+F)												3.631,75	11.521,51	19.078,81	6.766,55	5.553,25	2.153,31	2.454,51	2.220,27	2.194,51	2.453,19
CESSR, Contribuição Especial da Seguridade Social Rural																					

Os indicadores de rentabilidade obtidos nos dois anos de cultivo encontram-se nas Tabelas 42 e 43. A produtividade da mamona e do pinhão manso no primeiro ano de cultivo com a utilização das fontes F1 (ausência de adubo), F2 (composto orgânico I), F3 (composto orgânico II), F4 (adubação mineral) e F5 (esterco bovino) foi de: 495,99; 1.399,00; 2.427,14; 1.169,50; 2.283,47 kg.ha⁻¹ e 15,60; 45,31; 61,99; 13,98; 55,45 kg.ha⁻¹. No segundo ano, a produtividade foi de: 15,60; 45,31; 61,99; 13,98; 55,45 kg.ha⁻¹ e 71,41; 398,85; 144,20; 101,42; 379,97 kg.ha⁻¹, respectivamente. Em ambas as situações, o preço de venda do grão foi estimado em R\$ 1,30 (preço pago pela COPAIB no mês de dezembro/10).

Ainda com relação às Tabelas 42 e 43, no primeiro ano, verifica-se que a maior receita bruta foi auferida com o plantio da mamona adubada com as fontes orgânicas: composto orgânico I (R\$ 1.819,99), composto orgânico II (R\$ 3.155,28) e esterco de curral (R\$ 2.968,51). No segundo ano de cultivo, à ocorrência da doença de podridão de botryodiplodia e a ausência de novas adubações foram os principais responsáveis pela diminuição da receita bruta, cujas reduções variaram de 79,6% (F1) a 93,0% (F5). Quanto ao pinhão manso, os baixos valores da receita bruta, independente da fonte de adubação utilizada, foram reflexos da quase nula safra obtida no primeiro ano. Embora a produção do pinhão manso tenha apresentado substancial elevação no ano seguinte, com máxima de 780,3% com a utilização do composto orgânico I (F2), as despesas superaram significativamente a receita.

Considerando a forma com que este trabalho foi conduzido, a receita bruta obtida em ambas oleaginosas, independente da fonte de adubação utilizada, não foi suficiente para cobrir todas as despesas efetuadas e custos envolvidos durante os dois ciclos compreendidos entre 05/07 a 10/08 para mamona e entre 05/10 a 11/09 para o pinhão manso. Tal constatação comprova-se ao se verificar o ponto de equilíbrio entre preço de venda e o custo. Esse indicador mostra, por exemplo, que para cobrir o custo operacional efetivo verificado com a utilização da fonte F1 (ausência de adubo) será preciso produzir 1.733,59 kg.ha⁻¹ e 1.877,22 kg.ha⁻¹ de mamona e pinhão manso já no primeiro ano de cultivo. Entretanto, como a produção foi de apenas 495,99 kg.ha⁻¹ e 15,60 kg.ha⁻¹, respectivamente, os custos operacional efetivo, operacional total e o custo total de produção não foram totalmente cobertos, uma vez que para remunerar estes custos seria necessário se produzir no primeiro ano, 1.237,60 kg.ha⁻¹; 1.764,51 kg.ha⁻¹; 2.156,82 kg.ha⁻¹ de mamona e 1.861,62 kg.ha⁻¹; 2.385,75 kg.ha⁻¹; 2.778,06 kg.ha⁻¹ de pinhão manso, respectivamente.

Os valores negativos obtidos em relação ao lucro operacional e o índice de lucratividade apontam que, além de não cobrir os custos acima mencionados, ainda ficaram sem remuneração o empresário, a terra e outros riscos da atividade. De acordo com esses indicadores de desempenho econômico, a viabilidade de exploração dessas oleaginosas, nas condições em que o experimento foi conduzido é inviável.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 42 Rentabilidade do sistema de produção da cultura da mamona nos dois anos de cultivo em função das diferentes fontes de adubação.

Item	Unid.	-----Fonte de adubação-----									
		F1		F2		F3		F4		F5	
		-----Ano de cultivo-----									
		1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°
Receita bruta (RB)	R\$	540,79	110,47	1.819,99	268,13	3.155,28	398,76	1.520,35	116,65	2.968,51	206,99
Margem bruta (COE)	%	-76,00	-83,74	-82,23	-63,72	-82,50	-49,42	-72,49	-82,89	-33,88	-71,08
Margem Bruta (COT)	%	-81,60	-88,05	-83,65	-73,35	-83,44	-62,87	-76,19	-87,42	-45,95	-78,77
Margem bruta (CPT)	%	-84,32	-92,30	-84,37	-82,32	-83,87	-74,82	-77,95	-91,88	-50,55	-86,06
Ponto de nivelamento (COE)	kg.ha ⁻¹	1.733,59	522,54	7.878,35	568,42	13.868,94	606,44	4.251,01	524,33	3.453,36	550,63
Ponto de nivelamento (COT)	kg.ha ⁻¹	2.260,50	711,00	8.562,09	774,05	14.654,98	826,12	4.911,80	713,40	4.225,09	750,08
Ponto de nivelamento (CPT)	kg.ha ⁻¹	2.652,81	1.103,30	8.954,40	1.166,36	15.047,28	1.218,43	5.304,11	1.105,71	4.617,40	1.142,38
Lucro operacional (PO)	R\$	-2.397,87	-813,82	-9.310,73	-738,14	-15.896,19	-675,20	-4.864,99	-810,77	-2.524,11	-768,11
Índice de lucratividade	%	-443,403	-736,664	-443,403	-736,664	-443,403	-736,664	-443,403	-736,664	-443,403	-736,664

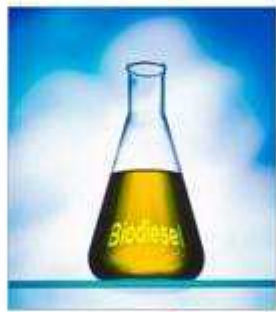
Tabela 43 Rentabilidade do sistema de produção da cultura do pinhão manso nos dois anos de cultivo em função das diferentes fontes de adubação.

Item	Unid.	-----Fonte de adubação-----									
		F1		F2		F3		F4		F5	
		-----Ano de cultivo-----									
		1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°
Receita bruta (RB)	R\$	20,28	92,83	58,90	518,51	80,59	187,46	18,17	131,85	72,09	493,96
Margem bruta (COE)	%	-99,17	-92,38	-99,42	-63,83	-99,55	-85,20	-99,67	-89,44	-98,30	-65,53
Margem Bruta (COT)	%	-99,35	-94,35	-99,47	-73,33	-99,57	-89,04	-99,71	-92,17	-98,57	-74,58
Margem bruta (CPT)	%	-99,44	-95,69	-99,49	-78,88	-99,58	-91,56	-99,73	-93,99	-98,70	-79,86
Ponto de nivelamento (COE)	kg.ha ⁻¹	1.877,22	937,67	7.864,93	1.102,73	13.664,95	974,37	4.230,33	960,49	3.268,27	1.102,29
Ponto de nivelamento (COT)	kg.ha ⁻¹	2.401,35	1.264,09	8.470,39	1.495,78	14.283,70	1.315,59	4.812,73	1.295,78	3.879,42	1.494,76
Ponto de nivelamento (CPT)	kg.ha ⁻¹	2.793,66	1.656,39	8.862,70	1.888,08	14.676,01	1.707,90	5.205,04	1.688,09	4.271,73	1.887,07
Lucro operacional (PO)	R\$	-3.101,47	-1.550,48	-10.952,60	-1.426,01	-18.488,22	-1.522,81	-6.238,38	-1.552,67	-4.971,16	-1.449,22
Índice de lucratividade	%	-15.293,26	-1.670,18	-18.594,30	-275,02	-22.941,94	-812,34	-34.325,82	-1.177,64	-6.896,25	-293,39

Testemunha (F1), composto orgânico I (F2), composto orgânico II (F3), adubação mineral (F4) e esterco de curral (F5).

2010

Capítulo 5 – Conclusões



Josely Dantas Fernandes
Programa de Pós-graduação em
Recursos Naturais

5- CONCLUSÕES

Mamona

- A adubação promoveu aumento do seu crescimento da mamoneira (cultivar BRS 149 Nordestina), em especial, pelos adubos orgânicos e dentre estes aos compostos orgânicos;
- As primeiras inflorescências foram emitidas nas mamoneiras adubadas organicamente. Apresentado estatisticamente, as plantas neste período, o mesmo número de internódios e de diâmetro caulinar;
- Nos dois ciclos de produção, as variáveis, comprimento e número de frutos por racemos, não variaram significativamente entre fontes de adubação, apenas as médias das variáveis massa dos racemos e massa dos grãos foram influenciadas significativamente pelas fontes, sendo as médias obtidas no primeiro ciclo de produção superiores aos do segundo ciclo;
- No primeiro ciclo de produção, a adubação favoreceu o surgimento de racemos de ordens mais avançadas, contudo, foram os secundários e terciários que mais contribuíram com a massa do racemo, número de grãos/planta e conseqüentemente com a produtividade F3 (2.427,14 kg.ha⁻¹) > F5 (2.283,47 kg.ha⁻¹) > F2 (1.399,99 kg.ha⁻¹) > F4 (1.169,50 kg.ha⁻¹) > F1 (495,99 kg.ha⁻¹);
- As fontes de adubação influenciaram significativamente o rendimento do óleo, as maiores médias obtidas foram de 42,50 e 44,37%, adubando a mamoneira com o composto orgânico I e II, respectivamente. Quanto aos parâmetros físico-químicos analisados, o óleo da mamona mostrou-se de boa qualidade conforme especificações da A.O.C.S;
- De acordo com as condições em que o experimento foi conduzido, independentemente da fonte de adubação utilizada, a cultura mostrou-se economicamente inviável nos dois anos de cultivo.

Pinhão manso

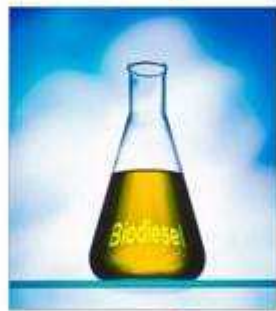
- Mesmo não havendo diferença estatística entre os tratamentos, o pinhão-manso apresentou, nos dois anos de produção, maiores médias de crescimento com a utilização dos compostos orgânicos;
- Durante a condução do experimento verificou-se que a formação de novas folhas ocorreu no início do período chuvoso e a abscisão foliar durante os meses mais frios e durante o

período de estiagem. O maior número de inflorescências foi observado nas plantas adubadas com os compostos orgânicos;

- No primeiro ciclo produtivo, nenhuma variável de produção foi influenciada pelas fontes de adubação. Porém, no segundo ciclo, as maiores médias de número de frutos por planta, massa total dos frutos por planta e número de inflorescência, foram verificadas utilizando os adubos orgânicos.
- As maiores produtividades foram obtidas no segundo ciclo, 71,41; 398,85; 144,20; 101,42 e 379,97 kg ha⁻¹, com a utilização das fontes F1 (ausência de adubo), F2 (composto orgânico I), F3 (composto orgânico II), F4 (adubação mineral) e F5 (esterco bovino), respectivamente;
- O maior rendimento de óleo foi verificado com a utilização do composto orgânico II (27,58%). Quanto aos parâmetros físico-químicos analisados, independente da fonte de adubação, o óleo do pinhão manso atende as especificações da A.O.C.S;
- A cultura pinhão manso, de acordo com as condições em que o experimento foi conduzido e independentemente da fonte de adubação utilizada, mostrou-se economicamente inviável nos dois anos de cultivo;
- A falta de uma variedade de pinhão-manso definida, cujas respostas aos diversos fatores de produção, como por exemplo, adubação, sejam conhecidas, aponta para a necessidade de mais pesquisas sobre a cultura.

2010

Capítulo 6 – Referências



Josely Dantas Fernandes
Programa de Pós-graduação em
Recursos Naturais

6 – REFERÊNCIAS

A.O.C.S; American Oil Chemists Society: Official and Tentative Methodo 3^a ed., Chicargo, Vol. 1:1985.

ABREU, I. C.; MARINHO, A. S. S.; PAES, A. M. A.; FREIRE, S. M. F.; OLEA, R. S. G.; BORGES, M. O. R.; BORGES, A. C. R. Hypotensive and vasorelaxant effects of ethanolic extract from *Jatropha gossypifolia* L. in rats. **Fitoterapia**, v. 74, n. 7-8, p. 650-657, 2003.

ACHTEN, W. M. J.; VERCHOT, L.; FRANKEN, Y. J.; MATHIJS, E.; SINGH, V. P.; AERTS, R.; MUYS, B. *Jatropha* bio-diesel production and use. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 12, p. 1063-1084, 2008.

AIRES, R. F.; SILVA, S. D. A.; CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; ÁVILA, D.T.; WREGE, M. S. Épocas de semeadura de mamona conduzida por duas safras em pelotas – RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008.

AKBAR, E.; YAAKOB, Z.; KAMARUDIN, S. K.; ISMAIL, M.; SALIMON, J. Characteristic and Composition of *Jatropha Curcas* Oil Seed from Malaysia and its potential as biodiesel feedstock. **European Journal of Scientific Research**, v.29, n.3, p.396-403, 2009.

ALBUQUERQUE, F. A. de; OLIVEIRA, M. I. P. de; LUCENA, A. M. A. de; BARTOLOMEU, C. R. C.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento e desenvolvimento do pinhão manso: 1^o ano agrícola. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008b. p. 21. (Documentos, 197).

ALBUQUERQUE, U. P. de.; ANDRADE, L. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 273-285, 2002.

ALBUQUERQUE, W. G.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; FREIRE, M. A. O.; NASCIMENTO, J. J. V. R. Crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função de níveis de água e adubação nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008a.

ALMEIDA JUNIOR, A.B.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T. e LINHARES, P.C.F. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 217-221, 2009.

ALVES, G. S.; BELTRÃO, N. E. M.; NETO, J. F. B.; SAMPAIO, L. R.; MARÇAL, J. A.; AMORIM, M. L. C. M.; SILVA, F. V. F. Efeito da adubação orgânica sobre o crescimento inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1322-1325. 1 CD-ROM.

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, 350 p.

ANDRADE, T. M.; SANTOS, H. O.; MANN, S. R.; BISPO, M. V. C.; SANTOS JUNIOR, J. B.; SANTANA, U. A. Deficiência de macronutrientes em mudas de *Jatropha curcas* L. (Nota prévia). In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 2., 2007a, Brasília, **Anais eletrônicos**, 2007. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura/15.pdf>> Acesso em: 11 mar. 2010.

ANDRADE, T. M.; SANTOS, H. O.; MANN, S. R.; BISPO, M. V. C.; SANTOS JUNIOR, J. B.; SANTANA, U. A. **Deficiência de micronutrientes em mudas de *Jatropha curcas* L.: Resultados preliminares.** In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 2., 2007b, Brasília, Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura/22.pdf>> Acesso em: 11 mar. 2010.

ANP, **Agência Nacional do Petróleo, Ministério de Minas e Energia**, Resolução ANP N° 7, de 19 de março de 2008 - DOU 20 de março de 2008. Disponível em: <http://www.ello-combustiveis.com.br/pdf/resolucao_anp_n7_de_19.3.2008_dou20.3.2008.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2010.

ANP, **Portaria no 255/2003.** Agência Nacional do Petróleo, Brasília, DF. 2003.

ANSELMO, G. C. S.; SILVA, O. R. R. F.; SOFIATTI, V.; COELHO, M. C.; CARTAXO, W. V. Desenvolvimento e avaliação de um descascador de mamona de acionamento manual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008.

ARAÚJO FILHO, J. O. T.; BELTRÃO, N. E. de M.; VIANAL, J. S.; MOURAL, M. F. de; BRUNO, G. B.; BRUNO, R. de L. A. Influência de épocas de plantio sobre o consórcio da mamoneira com o amendoim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CDROM.

ARAÚJO, E. C. E.; RIBEIRO, A. M. B. Avaliação fenológica do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) no município de Teresina-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras-MG. **Anais...** Lavras-MG, UFLA, 2008. 1 CD-ROM.

ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, PB, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

ATLAS ESCOLAR DA PARAÍBA. Espaço Geo - Histórico e Cultural. 3ª edição. Editora Grafset. 2002, 112 p.

AUGUSTUS, G. D. P. S.; JAYABALAN, M.; SEILER, G. J. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass e Bioenergy**, v. 23, p. 161-164, 2002.

AVELAR, R. C.; JÚNIOR, D.; APARECIDO, M.; CARVALHO, J. P. F. Produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005, p. 298-301.1 CD-ROM.

ÁVILA, T. T. de; LOY, F.; CASAGRANDE JR., J. G.; SILVA, S. D. dos A. e; ÁVILA, D. T. de. **Efeito da Poda na Floração de Pinhão Manso (*Jatropha Curcas* L.) no Rio Grande do Sul.** 2008. Disponível em: <www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/agroenergia_2008/Agroener/trabalhos/pinhao_manso/Thais_avila.pdf>. Acessado em: 12 abr. 2009.

AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** 2. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007, p.223-253.

AZEVEDO, D. M. P. de; NÓBREGA, L. B. da; LIMA, E. F.; BASTISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 350 p.

AZEVEDO, D. M. P.; GONDIM, T. M. S. **Cultivo da mamona:** clima e solo. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/climasolo.html> Acesso em: 12 mar. 2010.

AZEVEDO, D. M. P. de; NÓBREGA, L. B. da; LIMA, E. F.; BASTISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 350 p.

AZEVEDO, H., 2006. **“Pinhão manso é lançado pelo presidente Lula como opção para o biodiesel – Vegetal é de fácil cultivo”.** Hoje em Dia, 8 a 14/01/2006, Brasília-DF.

BAHIA, H. F.; SILVA, S. A.; FERNANDEZ, L. G.; LEDO, C. A. S.; MOREIRA, R. F. C. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 43, n. 3, p. 357-362, 2008.

BALIZA, D. P.; CARDOSO, M. das G.; VILELA, F. J.; GUIMARÃES L. G. de L.; SILVA, V. de F.; PEREIRA, A. de A.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A. C. Extração do óleo fixo da torta oriunda da prensagem industrial de sementes de *Ricinus communis* (mamona). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1CD-ROM.

BANAPURMATH, N. R., TEWARI P. G., HOSMATH, R. S. Performance and emission characteristics of a DI compression ignition engine operated on Honge, *Jatropha* and sesame oil methyl esters. **Renewable Energy,** v. 33, p. 1982–1988, 2008.

BANCO DO NORDESTE. **Agenda do Produtor Rural, 2010.** Fortaleza, CE: BNB. 2010. 271 p.

- BANFIELD, J.F., BARKER, W.W., WELCH, S.A., TAUNTON, A. Biological impact on mineral dissolution: application of the lichen model to understanding mineral weathering in the rhizosphere. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, p. 3404-3411, 1999.
- BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 1995. 247 p.
- BANZATTO, N. V.; ZINK, E.; SAVY FILHO, A. A contribuição dos racemos primários, secundários e terciários na produção de sementes de mamona. **Semente**, Manaus, v. 2, n. 2, p. 32-34, 1976.
- BARKER, W. W., WELCH, S. A., BANFIELD, J. F., 1997. **Biogeochemical weathering of silicate minerals**. In: Banfield, J.F., Nealson, K.H. (Eds.), Geomicrobiology: Interaction Between Microbes and Minerals, Rev Min 35. Mineralogical Society of America, Washington, p. 391-428.
- BEHERA, S. K.; SRIVASTAVA, P.; TRIPATHI, R.; SINGH, J. P.; SINGH, N. Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agro-practices for optimizing biomass – A case study. **Biomass and bioenergy**. v. 34, p. 30-41, 2010.
- BELTRÃO, B. A.; MORAIS, F. de; MASCARENHAS, J. de C.; MIRANDA, J. L. F. de; SOUZA JUNIOR, L. C. de; MENDES, V. A. **Diagnóstico do Município de Remígio**. Serviço geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea-CPRM. Diagnóstico do município de Remígio, Estado da Paraíba, Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
- BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 4 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 146.).
- BELTRÃO, N. E. de M.; **Informações sobre o Biodiesel, em especial feito com o óleo de mamona**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2003, 3p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico 177).
- BELTRÃO, N. E. de M.; MELO, F. B.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. **Mamona: árvore do conhecimento e sistemas de produção para o semi-árido brasileiro**. Campina Grande, PB: MAPA, 2003a. 19 p.
- BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; MELO, F. B. **Cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) consorciada com feijão caupi [*Vigna Unguiculata* (L.) Walp] para o Semi-árido nordestino, em especial do Piauí**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002a. 47p. (Embrapa Algodão. Documentos, 97).
- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; MELO, F. B. Mamona consorciada com feijão visando produção de biodiesel, emprego e renda. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 34-37, 2002b.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P de; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da**

mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 350 p.

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G. de; SANTOS, J. W. dos; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de; QUEIROZ, U. C. de. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 nordestina, na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Camina Grande, v.7, n.1, p. 659-664, 2003b.

BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, R. L. S.; QUEIROZ, W. N. QUEIROZ, U. C. Ecofisiologia. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 350 p.

BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, R.L.S.; QUEIROZ, W.N. QUEIROZ, U.C. Ecofisiologia. In: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. 2ª edição. 2007.

BIODIESELBR, 2006. Disponível em: <<http://www.pinhaomanso.com.br/tudo-sobre-pinhao-mansojatropha-curcas.html>>. Acesso em: 07 ago. 2006.

BISWAS, D. R.; NARAYANASAMY, G. Rock phosphate enriched compost: An approach to improve low-grade Indian rock phosphate. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 2243–2251, 2006.

BOLSON, J.; SCHOSSLER, J. E.; ORNES, R. C.; MOTTIN, V.; ALBERTI, T. Análise clínica, radiológica, macroscópica e histológica do úmero de codornas domésticas (*Coturnix japonica*), submetido ao implante da poliuretana derivada do polímero de mamona (*Ricinnus communis*). **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p. 1123-1130, 2005.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 3 ed. – Viçosa: Editora UFV, 2001. 500p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Divisão de agrologia – SUDENE. 1971. **Levantamento exploratório**. Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: 1971. p. 670. (Boletim Técnico, 15).

BRASIL. Programa Nacional de Petróleo Brasileiro. PNPB (Ed.). **O novo combustível do Brasil**: o programa. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>>. Acesso em: 13 jun. 2007.

BRITO, J. F. **Efeito da poda no desenvolvimento de pinhão manso (*Jatropha curcas L*) nas condições de gurupi tocantins**. 2008. 64f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2008.

CANNECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E. S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. **Bragantia**, Campinas, v. 17, p. 243-259, 1958.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, H. de. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Urucum, Corumbá-MS**. Corumbá, EMBRAPA, 2002, 4 p. (Circular técnica, 34).

CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. de M.; PEREIRA, S. R. de P.; SILVA, O. R. R. F. da.; SEVERINO, L. S., **BRS Paraguaçu e BRS Nodestina: Tecnologia Embrapa para o semi-árido Brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 folder.

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

CAVALCANTI, M. L. F.; BARROS JÚNIOR, G.; CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTI, R. S. Crescimento inicial da mamoneira submetido à salinidade da água de irrigação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 1, 2004.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

CHAVES, L. H. G.; CABRAL, P. C. P.; BARROS JUNIOR, G.; LACERDA, R. D.; DANTAS JUNIOR, E. E. Zinco e cobre em pinhão manso. II. Teores dos elementos em folhas e caule. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 100-106, 2009.

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D. M. P de; LIMA, E. F. (Ed.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 350 p.

CHOI, C.; FERREIRA, P.; PEDROSA, R. **Laboratório de lubrificação e vibrações**. Porto: Universidade do Porto, 2005/2006. 73p.

COLETTI, A. J.; DALLACORT, R.; MARTINS, J. A. Número de sementes por fruto da cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: Semana de Ciência e Tecnologia, 2., Mostra Interdepartamental de Trabalhos Acadêmicos da UNEMAT, 4., 2008, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra, 2008a. 1 CD-ROM.

COLETTI, A. J.; DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; DALCHIAVON, F. C.; SILVA, C. D. Produtividade inicial da cultura do Pinhão Manso em condições irrigadas e de sequeiro, na região de Tangará da Serra - MT. In: CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO - UNEMAT, 4., 2008, Cáceres. **Anais...** Cáceres, 2008b. p. 01-04.

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

CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; PINTO, C. M. Componentes de produção e participação da ordem dos racemos no rendimento da mamoneira consorciada com feijão-caupi e amendoim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008.

CORTESÃO, M. **Culturas tropicais: plantas oleaginosas**. Lisboa: Clássica, 1956. 231p.

COSTA, H. M.; RAMOS, V. D.; ABRANTES, T. A. S.; CASTRO de, D. F.; VISCONTE, L. L. Y.; NUNES, R. C. R.; FURTADO, C. R. G. Efeito do Óleo de Mamona em Composições de Borracha Natural Contendo Sílica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, v. 14, n 1, p. 46-50, 2004.

COSTA, F. X.; BELTRAO, N. E. M.; LIMA, V. L. A.; NUNES JUNIOR, E. S.; GUIMARAES, M. M. B.; DAMACENO, F. A. V. Efeito do lixo orgânico e torta de mamona nas características de crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**. Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 259-268, 2009a.

COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; LIMA, V. L. A.; GUIMARÃES, M. M. B.; LUCENA, A. M. A. Resposta do efeito da compactação do solo adubado com torta de mamona nos macronutrientes das folhas da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., Brasília. **Anais...** Brasília: BIPTI, 2006a. 1 CD-ROM.

COSTA, M. N. da.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. L. A.; FREIRE, E. C.; NÓBREGA, M. B. M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. de. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 11, p. 1617-1622, 2006b.

COSTA, M. S. L. P.; VENDRUSCOLO, M. C.; NIED, A. H.; XAVIER, P. S. P.; MENIN, L. F. Influência da densidade de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) sobre suas características produtivas no primeiro e no segundo ano de cultivo. In: Jornada Científica da UNEMAT, 2., 2009, Barra dos Bugres. **Resumos...** Barra dos Bugres, 2009b.

COSTA, T. L. **Características físicas e físicoquímicas do óleo de duas cultivares de mamona**. 2006. 113f. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, 2006.

COSTA, T. L.; MARTINS, M. E. D.; BELTRÃO, N. E. M.; MARQUÊS, L. F.; PAIXÃO, F. J. R. Características do óleo de mamona da Cultivar BRS-188 Paraguaçu. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Nata, v.1, n.1, p.93-99, 2008.

DALCHIAVON, F. C.; DALLACORT, R.; NIED, A. H.; VENDRUSCULO, M. C.; COLETTI, A. J.; CABRAL, E. P.; GERALDI, L. **Características agronômicas no desenvolvimento inicial de plantas de *Jatropha curcas* L.** In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 5., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras, 2008. 1 CD-ROM.

DANTAS, H. J. **Estudo termoanalítico cinético e reológico de biodiesel derivado do óleo de algodão (*Gossypium hisutum*)**. 2006. 122f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M.; RODRIGUES JÚNIOR, C. Efeito de culturas de cobertura e da poda na produtividade do pinhão manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1322-1325. 1 CD-ROM.

DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; DIAS, D. C. F. S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível. Viçosa: UFV, 2007. v. 1. 40p.

- DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/rel/rac/salminMenu09-05.xml>>. Acesso em: 10 ago. 2010.
- DINIZ, B. L. M. T.; TÁVORA, F. J. A. F.; DINIZ NETO, M. A. Crescimento e desenvolvimento da CV. BRS 149 Nordestina através da poda em diferentes densidades populacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008.
- DOURADO, T.M. Implicações da reutilização de gorduras de frituras quanto a alguns aspectos físicos e químicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. 2000. **Resumos ...** Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 2, cap. 5, p. 5.
- DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; PAIVA, L. E.; MORGADO, L. B.; REIS, E. M. Produção de pinhão manso no semi-árido brasileiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS, 1., 2007, Teresina. Energia de resultados, **anais...** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2007. 1 CD-ROM.
- DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; MILANI, M.; MORGADO, L. B.; SOARES, J. M. Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em Petrolina-PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.
- DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; MORGADO, L. B.; PAIVA, L. E.. Comportamento do pinhão manso no semi-árido brasileiro resultados do 1º ano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROENERGIA, 1., 2008, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 2008. 1 CD-ROM.
- DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônomico de genótipos de pinhão manso no Semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 44-47, 2009.
- DUKE, J. A. *Ricinus communis* L. **Handbook of Energy Crops**. Purdue, 1983. Disponível em: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Ricinus_communis.html>. Acesso em: 28 de jun. 2010.
- EMBRAPA (Brasília, DF). **BRS Paraguaçu e BRS Nordestina: Tecnologia Embrapa para o semi-árido**, Brasília: Embrapa-SPI, 2004.
- EMBRAPA ALGODÃO. **BRS – 149 Nordestina**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 1 folder.
- EMBRAPA CNPA. 2005. **Plataforma mamona**. Cidade, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.cnpa.br/plataformamamona>>. Acesso em: 28 abr. 2006.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). **BRS 149 (Nordestina)**. Campina Grande, 1998. 1 folder.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EULER, H.; GORRIZ, D. Case study “*Jatropha curcas*”, Global Facilitation Unit for Underutilized Species and Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Frankfurt (2004).

FAGUNDES, F. P.; BEZERRA, J. P.; GARCIA, M. A.; MEDEIROS, A. C. R.; BORGES, M. R.; GARCIA, R. B.; COSTA, M. Avaliação das propriedades do óleo de mamona na produção de biocombustível. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PeD EM PETRÓLEO E GÁS, 3., 2005, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador, 2005. Disponível em: <http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0617_05.pdf>. Acesso em: 10 out. 2007.

FAO STATISTICS. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Production and trade – Castor beans*. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/535/default.aspx#ancor>> Acesso em: 07 jun. 2010.

FARDEAU, J. C. Dynamics of phosphate in soils: an isotopic outlook. **Fertility Research**, v. 45, p. 91-100, 1996.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento do pinhão-manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2009a, 1 CD-ROM.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**. Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 358-368, 2009c.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. Potencial produtivo do pinhão manso cultivado sob diferentes fontes de adubação no município de Remígio – PB. In: I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão Manso, 1., 2009, Brasília. **Anais...** Brasília, 2009b. 1 CD-ROM.

FERREIRA, G.B.; SANTOS, A. C. M.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade, **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. 1 CD-ROM.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.M.; XAVIER, R.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de enxofre e micronutrientes na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade, **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. 1 CD-ROM.

FOIDL, N.; FOIDL, G., SANCHEZ, M.; MITTELBAACH, M.; HACKEL, S.; *Jatropha curcas* L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua. **Bioresource Technology**, v. 58. p. 77-82, 1996.

FOSTER, M. G.; MURTA, M. S. Pré-estudo de viabilidade técnica e econômica da

implantação de um pólo para produção de biodiesel no semi-árido nordestino. **Cadernos de Altos Estudos. Biodiesel e Inclusão Social** Videoconferências: propostas e contribuições apresentadas ao Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica. p. 131-142, 2007.

FORNAZIERI JUNIOR, A. **Mamona**: uma rica fonte de óleo e de divisas. São Paulo: Ícone, 1986. 72 p.

FRANÇA, F. de A. de S.; FELICÍSSIMO, P. P. S. **Desmistificando o Pinhão Manso**. 2009. Disponível em: <http://biodieselenzimatico.blogspot.com/2009/03/desmistificando-o-pinhao-manso.html>. Acessado em 17 de mar. de 2010.

FRANCIS, G.; EDINGER, R.; BECKER, K. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: Need, potencial and perspectives of *Jatropha* plantations. **Natural Resources Forum**. v. 29, p. 12-24, 2005.

FRANKEN, Y. J.; NIELSEN, F. Plantação, criação e gestão. In: PUTTEN, E. V. D (2.Ed.). **Jatropha Handbook**. Eindhoven: FACT Foundation Publications, 2009. Disponível em: <http://www.fact-foundation.com/en/Knowledge_and_Expertise/Handbooks>. Acesso em: 27 jul 2010.

FRASSON, D. B.; NIED, A. H.; VENDRUSCOLO, M. C.; DALLACORT, R.; MACHADO, J. R. A. Influência de diferentes fontes de adubação na emissão de cachos e na frutificação da cultura do pinhão manso. In: Jornada Científica da UNEMAT, 1., 2008, Barra dos Bugres. **Anais eletrônicos...** Barra dos Bugres, 2008, Disponível em: <http://www2.unemat.br/prppg/jornada2008/4conic.php?content=busca_area>. Acesso em: 10 jun. 2010.

FRAZILIO, F. de O.; ROSSI, R. de.; NEGRINI NETO, J. M.; FACCOI, G. G.; OVANDO, T. M.; FIALHO, M. P. F. Use of castor oil polyurethane in an alternative technique for medial patella surgical correction in dogs. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 74-79, 2006.

FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P. Melhoramento Genético. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 350 p.

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, 350 p.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Programa Energia**: produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais. Belo Horizonte: CETECMG, 1983. 152p.

GALESNE, A; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de Investimentos da Empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GELBARD, G.; BRÈS, O.; VARGAS, R. M.; VIELFAURE, F.; SCHUCHARDT, U. 1H-NMR determination of the yield of the transesterification of rapeseed oil with methanol. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v. 72, p. 1239-1241, 1995.

- GINWAL, H. S.; RAWAT, P. S.; SRIVASTAVA, R. L. Seed source variation in growth performance and oil yield of *Jatropha curcas* Linn. in Central India. **Silvae Genética**. v. 53, p. 86-92. 2004.
- GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**, 14ª edição, Editora Degaspari, 2000, 477 p.
- GOMEZ, A. The evaluation of compost quality. **Trends in Analytical Chemistry**, Aldershot, v. 17, n. 16, p. 310-14, 1998.
- GONÇALVES, N. P.; BENDEZÚ, J. M.; LIMA, C. A. S. Colheita e armazenamento da mamona. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 82, n. 7, p. 44-45, 1981.
- GONÇALVES, N. P.; FARIA, M. A. V. R.; SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D. Cultura da mamoneira. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 28-32, 2005.
- GONDIM, T. M. S.; SILVA, C. G.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; BRUNO, R. L. A.; DUARTE, N. S. L.; BELTRAO, N. E. M.; QUEIROGA, V. P.; VASCONCELOS, R. A. Sobrevivência e crescimento após poda de mamoneiras 'BRS Nordestina' plantadas por mudas e sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1482-1487. 1 CD-ROM.
- GOUR, V. K. Production practices including post-harvest management of *Jatropha curcas*. In: SINGH, B.; SWAMINATHAN, R.; PONRAJ, V. editors. Proceedings of the biodiesel conference toward energy independence – focus on *Jatropha*, Hyderabad, India, June 9–10. New Delhi: Rashtrapati Bhawan; 2006. p. 223–51.
- GRINSTED, M. S.; HEDLEY, M. J.; WHITE, R. E.; NYE, P. H. Plant induced changes in the rhizosphere of rape (*Brassica napus* var Emerald) seedling: I pH change and the increase in P concentrations in the soil solution. *New Phytol* 91, 19-29. 1982.
- GUBITZ, G. M.; MITTELBAACH, M.; TRABI, M. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. **Bioresource Technology**, v. 67, n. 1, p. 73-82. 1999.
- GUIMARÃES, A. S. **Crescimento e desenvolvimento inicial do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e quantidades de fertilizantes**. Areia, 2008. 92p. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba. 2008.
- GUIMARÃES, A. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Análise do tecido vegetal do pinhão manso, submetidos a fontes e doses de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008a.
- GUIMARÃES, A. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. em função de fontes e doses de fertilizantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008b.
- GUIMARÃES, M. M. B.; ALBUQUERQUE, R.C.; LUCENA, A.M.A. de.; COSTA, F. X.; FREIRE, M. A. de O.; BELTRAO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S. Fontes Orgânicas de

Nutrientes e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 1 CD-ROM.

GUNSTONE, F. D. **Rapeseed And Canola Oil: Production, Processing, properties and uses**. London: Blackwell Publishing Ltd. 2004.

HARLEY, H. D., GILKES, R. J. Factors influencing the release of plant nutrients elements from silicate rock powders: a geochemical overview. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p. 11–36, 2000.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. New Jersey; Prentice Hall. 2002, 880 p.

HELLER, J. Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Gatersleben, Germany/Rome, Italy: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research/International Plant Genetic Resources Institute; 1996.

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

HENNING, R. **The jatropha project in Mali**. Weissensberg, Germany: Rothkreuz 11, D-88138, 1996.

HENNING, R.K. **The Jatropha System in Zambia** – Evaluation of the existing Jatropha activities and proposals for an implementation strategy in Southern Province of Zambia, 1999. Disponível em: <<http://www.jatropha.de/zimbabwe>>. Acesso em: 19 fev. 2008.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYOGWOM, U. B. e MANE-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote área in northwest Nigéria. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v. 86, p. 263-275, 2001.

HOLANDA, Ariosto. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. 200 p. (Série cadernos de altos estudos, v. 1).

IBGE . **Levantamento Sistemático da Produção**. Disponível no site www.ibge.gov.br. Acessado em 13 de maio de 2010a.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção**. Disponível em: <http://http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/>. Acesso em: 10 jul. 2010b.

IMBEAH, M. Composting piggery waste: a review. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 63, n. 3, p. 197-203, 1998.

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, p. 301-304, 1999.

JANULIS, P. Reduction of energy consumption in biodiesel fuel life cycle. **Renewable Energy**. v. 29, p. 861–71, 2004.

- JEONG, Y. K.; KIM, J. S. A new method for conservation of nitrogen in aerobic composting process. **Bioresource Technology**, v. 79, p. 129-133, 2001.
- JONES, N.; MILLER, J. H. *Jatropha curcas*: a multipurpose species for problematic sites. Washington DC: The World Bank, 1992.
- JONGSCHAAP, R. E. E.; BLESGRAAF, R. A. R.; BOGAARD, T. A.; VAN LOO, E. N.; SAVENIJE, H. H. G. The water footprint of bioenergy from *Jatropha curcas* L, **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v, 106, n. 34, p. E92. 2009.
- JONGSCHAAP, R. E. E.; CORRE, W.J.; BINDRABAN, P. S.; BRANDENBURG, W. A. Claims and Facts on *Jatropha curcas* L.: Global *Jatropha curcas* evaluation, breeding and propagation programme. Plant Research International Report, Wageningen; 2007. p. 158.
- KANG, B. T. Changes in soil chemical properties and crop performance with continuous cropping on an Entisol in the humid tropics. In MULONGOY, K.; MERCKX, R. (Ed.). **Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture**. New York: John Wiley e Sons. 1993. 392 p
- KHAN, M. I. Topping effect in castor crop. **Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 4, p. 1-8, 1973.
- KHEIRA, A. A. A.; ATTA, N. M. M. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficit: yield, water use efficiency and oilseed characteristics. **Biomass e Bioenergy**, v. 33, n. 10, p. 1343-1350, 2009.
- KIEHL, E. J. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, E. J. Kiehl, 2004. 173p.
- KIEL, J. K. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492 p.
- KIMATI, H. Doenças da mamoneira. In: GALLI, F. **Manual de Fitopatologia**. 2ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p. 347-351. v. 2.
- KITTOCK, D. L.; WILLIAMS, J. H. Influence of planting date on certain morphological characteristics of castor beans. **Agro Journal**, v. 60, p. 401-403, 1968.
- KNOTHE, G. Structure indices in FA chemistry. How relevant is the iodine value? **Journal of the American Chemical Society**. v. 9, p. 847-853, 2002.
- KOCHHAR, S.; KOCHHAR, V. K.; SINGH, S. P.; KATIYAR, R. S.; PUSHANGADAN, P. Differential rooting and sprouting behaviour of two *Jatropha* species and associated physiological and biochemical changes. **Current Science**, v. 89, n. 6, p. 936-939, 2005.
- KORBITZ, W. Biodiesel production in Europe and North America, an encouraging prospect. **Renewable Energy**, v. 16, p. 1078-1083, 1999.
- KOUTROUBAS, S. D.; PAPAPOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor

- oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, p. 33-41, 2000.
- KUMAR, A.; SHARMA, S. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): a review. **Industrial Crops and Products**. v. 28, n. 1, p. 1-10, 2008.
- KYRIAKIDIS, N. B.; KATSILOULIS, T. Calculation of iodine value from measurements of fatty acid methyl esters of some oils: comparison with the relevant American oil chemists society method. **Journal of the American Chemical Society**, v. 77, p. 235–1238, 2000.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, São Carlos, SP: Rima artes, 2004. 531 p.
- LAUREANO FILHO, J. R.; CASTELO BRANCO, B. de L.; ANDRADE, E. S. S.; BARBOSA, J. R. de A. Comparação histológica entre o osso desmineralizado e polímero de mamona sobre a regeneração óssea. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v.73, n.2, p. 186-192, 2007.
- LAVIOLA, B. G. e DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1969-1975, 2008.
- LAVRES JUNIOR, J.; BOARETTO, R. M.; SILVA, M. L. de S.; CORREIA, D.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.145-151, 2005.
- LAVRES JUNIOR, J.; NOGUEIRA, T. A. R.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E.; Deficiências de macronutrientes no crescimento e na produção da mamoneira cultivar Íris. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.4, p.405-413, 2009.
- LIMA, E. F.; SANTOS J. W. dos. Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre características agrônômicas da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Revista brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 147-150, 1998.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; SILVA, M. I. L. da; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. de M.. Crescimento da mamoneira em solo com alto teor de alumínio na presença e ausência de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, p. 15-21, 2007a.
- LIMA, J. R. O.; SANTOS, L. S. S.; LIMA NETO, A. F.; MOURA, E. M. de; MOURA, C. V. R. de. Produção de biodiesel a partir de potenciais oleaginosas do Nordeste. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA - SBQ, 30., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBQ, 2007b. 1 CD-ROM.
- LIMA, R. de L. S. de; SEVERINO, L. S.; SAMPAIO, L. S.; FREIRE, M. A. de O.; SOFIATTI, V.; LEÃO, A. B.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento de mudas de pinhão manso em substrato contendo composto de lixo urbano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008.

- LOPES, A.S.; GUIDOLIN, J. A. **Interpretação de Análise do Solo: conceitos e aplicações**. São Paulo: Comitê de pesquisa/Técnico/ANDA, 1989. 64 p. (Boletim Técnico, 2).
- LUCENA, A. M. A.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SOFIATTI, V.; MEDEIROS, K. A. A. L.; OLIVEIRA, M. I. P.; BORTOLUZI, C. R. D. Estudo do processo de maturação da mamoneira I: lançamento da inflorescência. In: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008.
- LUCENA, A. M. A.; SEVERINO, L. S.; FREIRE, M. A. O.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M. Umidade e peso seco da semente e do fruto de mamona BRS Paraguaçu colhidos em três estádios de maturação. In: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.
- MADAIL, J. C. M.; BELARMINO, L. C.; NEUTZLING, D. M. **Aspectos econômicos da mamona (*Ricinus communis* L.) e estudo da rentabilidade no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 38 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 32).
- MAES, M. H.; ACHTEN, W. M. J.; REUBENS, B.; SAMSON, R.; MUYS, B. Plant–water relationships and growth strategies of *Jatropha curcas* L.saplings under different levels of drought stress. **Journal of Arid Environments**, v. 73, p. 877–84. 2009a.
- MAES, W. H.; ACHTEN, W. M. J.; MUYS, B. Use of inadequate data and methodological errors lead to an overestimation of the water footprint of *Jatropha curcas*, **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v, 106, n. 34, p. E91. 2009b.
- MAES, W. H.; TRABUCCO, A.; ACHTEN, W. M. J.; MUYS, B. Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, p. 1481-1485, 2009c.
- MAKKAR, H. P. S.; ADERIBIGBE, A. O.; BECKER, R. Comparative evaluation of a non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, v. 62, p. 207-215, 1998.
- MALACRIDA, C. R. Alterações do óleo de soja e da mistura azeite de dendê - óleo de soja em frituras descontínuas de batatas chips. **Brazilian Journal of Food Technology** Campinas, v. 6, n. 2, p. 245-249, 2003.
- MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, SP, v. 28, n.1, p. 7 – 28, 1998.
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; LAVIOLA, B. G.; BORCARTE, M. Desenvolvimento inicial de mamona e pinhão-manso em solo submetido a diferentes corretivos e doses de fósforo. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.1, p. 143 – 150, 2010.
- MATOS, A. T.; VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; RIBEIRO, M. F. Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura

como fonte de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.199-203, 1998.

MAYA, Y. E ARRIAGA, L. Litterfall and phenological patterns of the dominant overstorey species of a desert scrub community in north-western Mexico. **Journal of Arid Environments**, v. 34, p. 23-35, 1996.

MAZZANI, B. Enforbiáceas oleaginosas. Tártago. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1983. p. 77-360.

MEIRELLES, F. S., **Biodiesel**, Federação de Agricultura do Estado de São Paulo, Brasília, 2003.

MELO, F. de B.; MILANI, M.; BELTRÃO, N. E. de M.; RIBEIRO, V. Q. Competição de genótipos de mamoneira em baixas altitudes: resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004, 1 CD-ROM.

MELO, J. C.; BRANDER JUNIOR, W.; CAMPOS, R. J. A.; PACHECO, J. G. A.; SCHULER, A. R. P.; STRAGEVITCH, L. Avaliação Preliminar do Potencial do Pinhão Manso para a Produção de Biodiesel. In: CONGRESSO DA REDE DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., Brasília. **Anais...** Brasília, 2006. 1 CD-ROM.

MELO, R. D.; LEE, G. T. S.; MASSARO, R. I. Influência da Poda na Produção de Pinhão Manso (*Jatropha Curcas* L.). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2008, São Carlos. **Anais ...** São Carlos, v. 4, p. 381, 2008. 1 CD-ROM.

MENDONÇA, M. A.; BORGIO, L. A.; ARAÚJO, W. M. C.; NOVAES, M. R. C. G. Alterações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de fritura em unidades de produção de refeição no Distrito Federal. **Com. Ciências Saúde**. v. 19, n. 2, p. 115-122, 2008.

MF rural pinhão manso. Disponível em: <<http://melhorprecomparacompravender.blogspot.com/2010/04/sementes-de-pinhao-manso-jatropha.html>> Acesso em: 10 ago. 2010.

MI (2005) Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro. Ministério da Integração Nacional. Disponível em < <http://www.integracao.gov.br>>. Acesso em: 17 jul. 2005.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A.O. (ed.), **Fundamentos da matéria orgânica do solo - Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 1-8.

MILANI, M. **Descritores de Mamona Utilizados pela Embrapa Algodão**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 40 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 192).

MILANI, M.; ANDRADE, F. P. de.; NÓBREGA, M. B. de M.; SILVA, G. A. da.; MOTA, J. R.; MIGUEL JÚNIOR, S. R.; DANTAS, F. V.; SOUSA, R. de L. Avaliação de genótipos de porte baixo de mamona na região de Irecê/BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

- MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.
- MITTELBACH, M., G. ROTH, AND A. BERGMANN, Simultaneous gas chromatographic determination of methanol and free glycerol in biodiesel, **Chromatographia**, v. 42, n. 7-8, p. 431-434, 1996.
- MOERI, E. Brasil - País dos *sheiks* do óleo verde – é pioneiro na produção de biodiesel em larga escala. **Revista Swisscam**, São Paulo, n. 42, p. 9-13, 2005.
- MONTEIRO, J. V.; SCHMIDT, P. A.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P. **Análise do Crescimento Lateral de Plantas de Mamona (*Ricinus communis* L.)**. In: CONGRESSO DA REDE DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., Brasília. **Anais...** Brasília, 2006. 1 CD-ROM.
- MORETTO, E. F. R. **Óleos e gorduras vegetais: Processos e análises**, 2. Ed. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 1989.
- MORETTO, E.; FETT, R. **Definição de óleos e Gorduras tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo. Varela, 1998. 144 p.
- MORGADO, L. B. Efeito da variação da população de plantas na produtividade da mamona em plantio consorciado com sorgo e caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade, **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.
- MORRISON, R. T.; BOYD, R. N. **Química Orgânica**, 7. ed. Fundação Calouste Gulbenkion, Lisboa, 1973. 1498 p.
- MOTHÉ, C. G.; CORREIA, D. Z.; CASTRO, B. C. S. DE.; CAITANO, M. Otimização da produção de biodiesel a partir de óleo de mamona. **Revista Analytica**, São paulo, n. 19, p. 40-44, 2005.
- NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A.M.L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar, Campinas. **Anais...** Campinas, v. 28, p. 323-337, 1971.
- NASCIMENTO, J. J. V. R. do; OLIVEIRA, S. J. C.; AZEVEDO, C. A. V. de; NOBREGA, J. A. da; TAVARES, M. J. V. Influência da adubação nitrogenada no crescimento inicial do pinhão manso (*Jatopha curcas* L.). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. 5., 2008, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2008. 1 CD-ROM.
- NASCIMENTO, J. J. V. R.; NÓBREGA, J. A.; REBEQUI, A. M.; NÓBREGA, J. A.; AZEVEDO, C. A. V.; ALVES, G. S. Adubação fosfatada no crescimento inicial do pinhão-manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010a. p. 425-429. 1 CD-ROM.

NASCIMENTO, J. J. V. R.; NÓBREGA, J. A.; REBEQUI, A. M.; NÓBREGA, J. A.; LEITE, P. G.; AZEVEDO, C. A. V.; ALVES, G. S. Adubação potássica no crescimento inicial do pinhão-manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010b. p. 430-435. 1 CD-ROM.

NASCIMENTO, L. R. S.; SOUSA, C. A.; SANTOS, C. E. R. S.; FREITAS, A. D. S.; VIEIRA, I. M. M. B.; SAMPAIO, E. V. S. B. Eficiência de isolados de rizóbios nativos do agreste paraibano em caupi. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.5, n.1, p.36-42, 2010c.

NASCIMENTO, M.B.H.; LIMA, V.L.A.; BELTRÃO, N.E. DE M.; SOUZA, A.P. Utilização de água residuária e biossólido na cultura da mamona: Componentes de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA - ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 6p. 1 CD-ROM.

NISHANTH, D.; BISWAS, D. R. Kinetics of phosphorus and potassium release from rock phosphate and waste mica enriched compost and their effect on yield and nutrient uptake by wheat (*Triticum aestivum*). **Bioresource Technology**, v. 99, p. 3342–3353, 2008.

NÓBREGA, M. B. M.; ANDRADE, F. P.; SANTOS, J. W.; LEITE, E. J. Germoplasma. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 350 p.

NOVAIS, F.R.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

ODONGO, N. E.; HYOUNG-HO, K.; CHOI, HEE-CHUL; STRAATEN, P. V.; MCBRIDE, B. W.; ROMNEY, D. L. Improving rock phosphate availability through feeding, mixing and processing with composting manure. **Bioresource Technology**, v. 98, p. 2911–2918, 2007.

OLIVEIRA, A. D. da.; SANTOS, J. C. O. Estudo da estabilidade térmica e oxidativa do óleo de mamona (*Ricinus communis L.*). In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE QUÍMICA, 1., 2007, Natal. **Anais...** Natal: Campus da UFRN, 2007. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, D. **Embrapa prepara novas cultivares de mamona**. Agronet, 2005, Disponível: <<http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/fn2004/arquivos/23110406.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2008.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; MEDEIROS, J. F.; ALMEIDA JUNIOR, A.B. e LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 206-211, 2009a.

OLIVEIRA, J. S.; LEITE, P. M.; SOUZA, L. B. de; MELLO, V. M.; SILVA, E. C. da; RUBIM, J. C.; MENEGHETTI, S. P.; SUAREZ, P. A. Z.. Characteristics and composition of *Jatropha gossypifolia* and *Jatropha curcas L.* oils and application for biodiesel production. **Biomass e Bioenergy**, v. 33, p. 449-453, 2009b.

- OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, O. V. **Extração de óleo de girassol utilizando mini-prensa**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27p. (Embrapa Soja. Documentos, 237).
- OLIVEIRA, R. N. **Cultivo e processamento e mamona**. Viçosa: CPT, 2004. 154 p.
- OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy**, v. 19, p. 1-15, 2000.
- ORHAN, A. S.; DULGER, Z.; KAHRAMAN, N.; VERIZOGLU, T. N. Internal combustion engines fueled by natural gas-hydrogen mixtures. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 29, n. 14, p. 1527-1539, 2004.
- ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M. A. P. Alterações físicas e microbiológicas durante a compostagem dos dejetos de cabra. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, p.764-772, 2007.
- PACHECO, D. D.; GONCALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; ANTUNES, P. D. Produção e disponibilidade de nutrientes para mamoneira (*Ricinus communis*) adubada com NPK. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**. Campina Grande, v. 8, p.153-160, 2008.
- PACHECO, D. D.; SATURNINO, H. M.; GONÇALVES, N. P.; SANTOS, D. A.; LOPES, H. F.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. de.; PINHO, D. B.; MENDES, L. D.; SOUZA, R. P. D. de. Diagnóstico nutricional para macronutrientes em mamoneiras adubadas com NPK em solo de chapada da bacia do rio do Jequitinhonha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. Cenário atual e Perspectivas. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.
- PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68p.
- PATOLIA, J.S.; GHOSH, A.; CHIKARA, J.; CHAUDHARY, D. R.; PARMAR D. R.; BHUVA, H. M. Response of *Jatropha curcas* grown on wasteland to N and P fertilization, FACT seminar on *Jatropha curcas* L. agronomy and genetics, Wageningen, The Netherlands, March 26-28, FACT Foundation, Wageningen (2007) Article n. 34.
- PAULO, E. M.; KASAI, F. S.; SAVY FILHO, Â. Efeitos da largura da faixa de capina na cultura da mamona. **Revista Bragantia**, Campinas, v.56, n.1, p.145-153, 1997.
- PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.
- PENHA, M. da N. C.; MACIEL, A. P.; MENDONÇA, K. K. M.; FERREIRA, A. M.; MOUCHREK FILHO, V. E.; SILVA, M. D. P.; SILVA, F. C. Características físico-químicas do pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.) cultivado no Maranhão. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS. 1., 2007, Teresina. **Anais...** Teresina. 2007a. 1 CD-ROM.
- PENHA, M. da N. C.; SILVA, M. D. P.; MENDONÇA, K. K. M.; BRANDÃO, K. S. R.; MACIEL, A. P.; SILVA, F. C. caracterização físico-química da semente e óleo de pinhão manso (*Jatropha curcas*) cultivado no Maranhão. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BODIESEL, 2., 2007, Brasília. **Anais...** Brasília:

MCT/ABIPTI, 2007b. 1 CD-ROM.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**. Rio Preto: USP, 1996. 190p.

PEREIRA NETO, J. T.; STENTIFORD, E. I. Aspectos epidemiológicos da compostagem. **Revista de Biologia**, Uberlândia, v.1, n.1, p.1-6, 1992.

PEREIRA, F. E. de A. **Biodiesel produzido a partir do óleo de sementes de *Mabea fistulifera*** Mart. 2007. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PETERSON, C. L.; HUSTRULID, T. Carbon cycle for rapeseed oil biodiesel fuels. **Biomass and Bioenergy**, v. 14, p. 91-101, 1998.

PINHEIRO, H. A.; MENDONÇA, T. R. G. L.; SANTANNA, H. L.; SOUZA, R. C.; SILVA, J. V.; ENDRES, L. Crescimento e componentes fenológicos de cinco variedades de mamona cultivadas sob condições de campo, em Rio Largo-AL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. Cenário atual e Perspectivas. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

PINTO, G. P. **Características físico-químicas e outras informações sobre as principais oleaginosas do Brasil**. Recife: IPENE, 1963. 65p. (IPENE. Boletim Técnico, 18).

PLANK, C.; LORBEER, E., On-line Liquid Chromatography -- Gas Chromatography for the Analysis of Free and Esterified Sterols in Vegetable Oil Methyl Esters Used as Diesel Fuel Substitutes, **Journal of Chromatography A**, v. 683, p. 95-104, 1994.

PRAMANIK, K. Properties and use of *Jatropha curcas* oil and diesel fuel blends in compression ignition engine. **Renewable Energy**, v. 28, p. 239-248, 2003.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

PRIMO, D. C.; JESUS, K. N.; ALTHOFF, T. D.; MARTINS, J. C. R.; PEDROSA, K. M. M. Resposta de plantas de pinhão manso a doses crescentes de esterco bovino e composto orgânico. In: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010a, p. 800-805. 1 CD-ROM.

PRIMO, D. C.; JESUS, K. N.; SILVA, T. O.; SANTOS, L. G.; PEDROSA, K. M. M. Avaliação de diferentes fontes de adubos orgânicos no cultivo da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010b. p. 465-469. 1 CD-ROM.

PROCHNOW, L. L.; KIEHL, J. C.; PISMEL2, F. S.; CORRENTE, J. E. Controlling ammonia losses during manure composting with the addition of phosphogypsum and simple superphosphate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 346-349, 1995.

RADEN, I.; PURWOKO, B. S.; HARIYADI. GHULAMAHD, M.; SANTOSA, E. Effect of Pruning Height and Number of Primary Branches on Oil Production of *Jatropha curcas* L. **J. Agron. Indonésia**. v. 37, n. 2, p.159 – 166, 2009.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285p.

RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Biodiesel, um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n. 31, p. 28-37, 2003.

RATREE, S. A. Preliminary study on physic nut *Jatropha curcas* in Thailand. **Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 9, p. 1620-1623, 2004.

REDDY, K. C.; NAOLE, V. V. **Enhancing *Jatropha curcas* Productivity by Canopy Management**. 2009. Disponível em: <<http://precedings.nature.com/documents/3700/version/1>>. Acesso em: 27 jul 2010.

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

RENGEL, Z.; GRAHAM, R. D. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn-deficient soil – II grain yield. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 173, n. 3, p. 267-274, 1995.

RIBEIRO, E. B. **Estudo da desoxigenação do produto de craqueamento catalítico de óleo de mamona (*Ricinus communis*) na presença de diversos catalisadores**. 2006. 58f. Dissertação (Mestre em química) - Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2006.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de Alimentos**. 1ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 194 p.

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

RODRIGUES, A. M. C.; GAMA, S. S.; LINS, R. T.; RODRIGUES, P. R.; SILVA, L.H.M. Estudo da Potencialidade de Três Oleaginosas Amazônicas para a Produção de Biodiesel. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/Outros/EstudoPotencialidade6.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2007.

RODRIGUES, L. N. **Níveis de reposição da evapotranspiração da mamoneira irrigada com água residuária**. 2008. 144f. Tese (Doutorado em engenharia agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

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

RUPPEL, T.; HALL, G. Glicerina Livre e Total em Biodiesel B100 por Cromatografia a Gás. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 30, p.90-95, 2007.

SÁ, R. O. de.; ZANOTTO, M. D.; AMARAL, J. G. C. do.; JESUS, C. R. de.; MYCZKOWSKI, M. L. Avaliação para utilização de mamona (*Ricinus communis* L.) espontânea no melhoramento genético. In: Congresso Brasileiro de mamona, Energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

SAMPAIO FILHO, O. M.; SILVA, S. A.; LEDO, C. A. S.; SOUZA, C. M. M.; SILVA, M. S.; SILVA, L. S. Correlação entre caracteres de cultivares de mamoneira no recôncavo baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008.

SAMPAIO, L. A. G. Reaproveitamento de óleos e gorduras residuais de frituras: tratamento da matéria-prima para produção de biodiesel. 2003. 120f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2003.

SANGHA, M. K.; GUPTA, P. K.; THAPAR, V. K.; VERMA, S. R. Storage Studies on Plant Oils and their Methyl Esters. Agricultural Engineering International: **Journal of Scientific Research and Development**. v. 6, p. 1-13, 2004.

SANTOS, A. C. M.; FERREIRA, G. B.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de cálcio e magnésio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004b, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. 1 CD-ROM.

SANTOS, A. C. M.; FERREIRA, G. B.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição do efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004a, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. 1 CD-ROM.

SANTOS, C. M. dos. **Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em diferentes épocas do ano no estado de Alagoas**. 2008. 79f. Dissertação (Mestre em agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Alagoas, 2008a.

SANTOS, J. B.; AZEVEDO, C. A. V.; RIOS, D. M.; SANTOS, C. A. A.; SANTIAGO, A. N.; BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, G. S. Desempenho vegetativo de cultivares de mamona em regime de sequeiro no município de Angical – BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008c.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, M. E. C. Produção da cultura da mamoneira em função da fertilização com cama de galinha. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**. Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 169-180, 2010.

SANTOS, J. R. J. **Biodiesel de Babaçu: Avaliação Térmica, Oxidativa e Misturas Binárias**. 2008. 117f. Tese (Doutora em Química) – Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Paraíba, 2008b.

SANTOS, M. B. H. **Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com resíduos orgânicos**. 82f Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008c.

SANTOS, R. F. dos; BARROS, A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. de T.; REQUIÃO, L. E. G. Análise Econômica. In: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 350 p.

SANTOS, S.; FERREIRA JUNIOR, E. J.; PIRES, B.; NETTO, A. P. C. Efeito de diferentes adubações no desenvolvimento inicial de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Varginha, 2007. **Anais...** Varginha, 2007. p.547-554. 1 CD-ROM.

SANTOS, D. L.; TAKAKI, M. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 625-632, 2005.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26 n. 229 p. 44-78, 2005.

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

SAVY FILHO, A. **Mamona – Tecnologia Agrícola**. 1ed. Campinas: Emopi. 2005, 105p.

SAVY FILHO, A. **Mamona**. Campinas: Instituto Agrônomo, abril de 2003. 4p. (folheto).

SAVY FILHO, A. Melhoramento da mamona. In: Borém, Aluizio. (Org.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 385-407, 1999.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; BONDOZ, M. Z. Mamona. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Oleaginosas no Estado de São Paulo: análise e diagnóstico**. Campinas: CATI, 1999a. p. 29-39. (Documento Técnico, 107).

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

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. de A.; CHIAVEGATO, E. J.; CAMARGO, C. E. de O.; CAMPO-DALL'ORTO F. A.; GODOY, I. J. de; FAZUOLI, L. C.;

- CARBONEL, S. A. M.; SIQUEIRA, W. J. **Descritores mínimos para o registro institucional de cultivares: Mamona**. Campinas: IAC, 1999b. 7p. (Documentos IAC, 61).
- SAYER, E. J.; NEWBERY, D. M. The role of tree size in the leafing phenology of a seasonally dry tropical forest in Belize, Central. **América Journal of Tropical Ecology**, v. 19, p. 539-548, 2003.
- SCIVITTARO, W. B. e PILLON, C. N. **Calagem e adubação para a cultura da mamona no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa, 2006, p. 8. (Embrapa. Comunicado técnico 150).
- SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G.D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p.879-882, 2006a.
- SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; FREIRE, W. S. de A.; CASTRO, G. D.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. **Adubação Química da Mamoneira com Macro e Micronutrientes em Quixeramobim, CE**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005a. 24 p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 61).
- SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; FREIRE, W. S. de A.; CASTRO, D. A. de; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.563-568, 2006b.
- SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R. Crescimento e teor de macronutrientes em mudas de mamoneira cultivadas em cinco substratos orgânicos. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 8, n. 1, p. 120-125, 2008.
- SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D. Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.2, p.188-194, 2006c.
- SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; FERREIRA, G. B.; CARDOSO, G. D.; GONDIM, T. M. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; VIRIATO, J. R. **Crescimento e produtividade da mamoneira sob fertilização química em região semiárida**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005b. 19 p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 62).
- SEVERINO, L. S.; NÓBREGA, M. B. M.; GONÇALVES, N. P.; EGUIA, M. T. J. **Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão manso**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006e. 56p. (Embrapa Algodão. Documentos, 153).
- SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; FERREIRA, G. B.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Adubação química da mamoneira com NPK, cálcio, magnésio e micronutrientes em Quixeramobim-CE. In: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.1, p.50-54, 2006d.

SEVERINO, L.S. et al. Adubação química da mamoneira com NPK, cálcio, magnésio e micronutrientes em Quixeramobim, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

SHAH, S.; SHARMA, A., GUPTA, M. N. Extraction of oil from *Jatropha curcas* L. seed kernels by enzyme assisted three phase partitioning. **Industrial Crops and Products**, v. 20, p. 275-279, 2004.

SHAH, S.; SHARMA, A., GUPTA, M. N. Extraction of oil from *Jatropha curcas* L. seed kernels by combination of ultrasonication and aqueous enzymatic oil extraction. **Bioresource Technology**, v. 96, p. 121-123, 2005.

SHARMA, G. D.; GUPTA, S. N.; KHABIRUDDIN, M. Cultivation of *Jatropha curcas* as future source of hydrocarbon and other industrial products. In: Gubitzi GM, Mittelbach M, Trabi M, editors. *Biofuels and industrial products from Jatropha curcas – Proceedings from the symposium “Jatropha 97”*. Managua, Nicaragua, February 23-27. Graz, Austria: Dbv-Verlag, 1997. p. 19-21.

SIKORA, L. J. Effects of basaltic mineral fines on composting. **Waste Management**, v. 24, p. 139-142, 2004.

SILVA, F. A. M.; GUERRERO LOPEZ, F.; VILLAS BOAS, R. L.; SILVA, R. B. Transformação da matéria orgânica em substâncias húmicas durante a compostagem de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Cruz Alta, v. 4, n. 1, p.59-66, 2009a.

SILVA, J. T. A.; COSTA, E. L.; SILVA, I. P.; NETO, A. M. Adubação do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) com nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Varginha, 2007a. **Anais...** Varginha, 2007a. p.1316-1320. 1 CD-ROM.

SILVA, L. L. **Estudo de qualificação de óleos residuais visando à obtenção de biodiesel**. 2008. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2008.

SILVA, M. B. R. **Crescimento, desenvolvimento e produção do pinhão manso irrigado com água residuária em função da evapotranspiração**. 2009. 151f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

SILVA, O. R. R. F.; CARVALHO, O. S.; SILVA, L. C. Colheita e descascamento. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 350 p.

SILVA, S. D. A.; AIRES, R. F.; JUNIOR, J. G. C.; STECKLING, C.; RADÜNZ, L. L.; WREGE, M. S.; UENO, B.; OLIVEIRA, A. C. B. Épocas de semeadura de quatro cultivares de mamona no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 1,;

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA-RS, 1., 2007b, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007b. 1 CD-ROM.

SILVA, S. D. A.; GOMES, C. B.; UENO, B.; ANTHONISEN, D. G.; GALHARÇA, S. P.; BAMMANN, I.; ZANATTA Z. G. C. N. Avaliação de cultivares de mamona em Pelotas - RS, Safra 2003/04. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, S. G. A.; SILVA, F. K. G. da; DINIZ, A. L.; ARRIEL, N. H. C. Caracterização da diversidade de acessos de pinhão manso In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão, 2008b.

SILVA. S. M S.; ALVES, A. N.; GHEY, H. R.; BELTRAO, N. E. M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. 2008. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, p. 335-342, 2008a.

SILVA, M. B. R.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; LIMA, V. L. A.; VIÉGAS, R. A. Produção do pinhão manso, primeiro ano, irrigado com água residuária. In: I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão Manso, 1., 2009, Brasília. **Anais...** Brasília, 2009b. 1 CD-ROM.

SINGH, L.; BARGALI, S. S.; SWAMY, S. L. Production practices and postharvest management. In: SINGH, B.; SWAMINATHAN, R.; PONRAJ, V. editors. **Proceedings of the biodiesel conference toward energy independence – focus on Jatropha**, Hyderabad, India, June 9–10. New Delhi: Rashtrapati Bhawan; 2006. p. 252–67.

SOARES, B. F., TAHAN, C. M. V., PELEGRINI, M. A. *et al.* Proposição de uso de óleo vegetal in natura e biodiesel de mamona em termelétricas.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Proceedings online...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextepid=MSC0000000022006000200034eInq=enenrm=abn>. Acesso em: 26 jul. 2009.

SOARES, V.M.; VENDRUSCOLO, M. C.; NIED, A. H.; DALLACORT,R.; TORRES, G. N. **Estatura de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes fontes de adubação**. In: SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2.; MOSTRA INTERDEPARTAMENTAL DE TRABALHOS ACADÊMICOS DA UNEMAT, 4., 2008, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra, 2008. 1 CD-ROM.

SOUSA, G. S.; PIRES, M. M.; ALVES, J. M.; ALMEIDA, C. M. Potencialidade da produção de biodiesel utilizando óleos vegetais e gorduras residuais. In: WORKSHOP INTERNACIONAL BRASIL-JAPÃO: IMPLICAÇÕES REGIONAIS E GLOBAIS EM ENERGIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 3., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas, 2005. 1 CD-ROM.

SOUSA, J. S. I. **Podas das Plantas Frutíferas: O guia indispensável para o cultivo de fruteiras**. 2. ed. LOCAL: Nobel. 2005. 192p.

SOUZA, A. S. **Manejo cultural da mamoneira: época de plantio, irrigação, espaçamento e competição de cultivares**. 2007. 212f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, 2007.

SOUZA, A. S.; TÁVORA, F. J. A. F. Contribuição relativa das ordens de racemo na produtividade da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

SOUZA, A. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I – componentes de produção. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.4, p.414-421, 2007a.

SOUZA, A. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II - crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.4, p.422-429, 2007b.

SOUZA, N. C.; MOTA, S. B.; BEZERRA, F. M. L.; AQUINO, B. F.; SANTOS, A. B. Produtividade da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 478-484, 2010.

STOURNAS, S.; LOIS, E. AND SERDARI, A. Effects of Fatty Acid Derivatives on the Ignition Quality and Cold Flow of Diesel Fuel. **Journal of American Oil Chemists' Society**. v. 72, n. 4, p. 436-437, 1995.

SUBRAMANIAN, K. A.; SINGAL, S. K.; SAXENA, M.; SINGHAL, S. Utilization of liquid biofuels in automotive diesel engines: An India perspective. **Biomass and Bioenergy**, v. 29, p. 65-72, 2005.

SUDENE, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Ministério da Integração Nacional. Área de Atuação da SUDENE - **O Semi-árido Nordestino**. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/site/extra.php?idioma=ecod=130>>. Acesso em: 14 mar. 2008.

SUJATHA, M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Shoot bud proliferation from axillary nodes and leaf sections of non-toxic *Jatropha curcas* L. **Plant Growth Regulation**, v. 47, n. 1, p.83-90, 2005.

SUNIL, N. VARAPRASAD, K. S.; SIVARAJ, N.; KUMAR, T. S.; ABRAHAM, B.; PRASAD, R. B. N. Assessing *Jatropha curcas* L. germplasm in-situ – A case study. **Biomass and Bioenergy**, Aberdeen, v. 32, p. 198-202, 2007.

TAPASVI, D.; WIESENBORN, D.; GUSTAFSON, C. Process model for biodiesel production from various feedstocks. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 48, n. 6, p. 2215–2221, 2005.

TÁVORA, F. J. A. F. **A Cultura da mamona**. Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, 1982. 111 p.

TÁVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O.; SILVA, F. P.; BARBOSA FILHO, M. Consorciação da mamona com culturas anuais de ciclo curto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.1, n. 2, p. 85-94, 1988.

- TEIXEIRA, J. P. F. Teor e composição do óleo de sementes de *Jatropha spp.* **Bragantia**, Campinas, v. 1, n. 46, p. 151-157, 1987.
- TEIXEIRA, L. C. Potencialidade de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte. v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005.
- TIGERE, T. A.; GATSI, T. C.; MUDITA, I.I.; CHIKUVIRE, T.J.; THAMANGANI, S.; MAVUNGANIDZE, Z. Potential of *Jatropha curcas* in improving smallholder farmers' livelihoods in Zimbabwe: an exploratory study of Makosa Ward, Mutoko District, **Journal of Sustainable Development in Africa**, v. 8, p. 1-9, 2006.
- TITO, G. A.; CHAVES, L. E. G.; CARVALHO, H. O.; AZEVEDO, N. C. Aplicação de bentonita em um Regossolo eutrófico. II. Efeitos sobre as propriedades químicas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.1, n.1, p.25-27, 1997.
- TOMINAGA, N.; KAKIDA, J. e YASUDA, E. K. **Cultivo de pinhão manso para produção de biodiesel**. Viçosa, MG: CPT, 2007. 220 p.
- TORRES, G. N.; VENDRUSCOLO, M. C.; SOARES, V. M.; ASSUNÇÃO, M. P., FRASSON, D. B. Diâmetro do caule do pinhão manso submetido a diferentes fontes de adubação. In: Jornada Científica da UNEMAT, 2., 2009, Barra dos Bugres. **Resumos...** Barra dos Bugres, 2009.
- UNGARO, M. R. G.; MORAIS, L. K. DE; REGITANO NETO, A.; GODOY, I. J. de. Espaçamento e poda na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: Congresso Brasileiro de Oleaginosas. 4., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras, 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza, 1993. p.248.
- VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; MELO, F. B.; VIEIRA, H. S. E.; MIRANDA, M. F. A.; ANUNCIACÃO FILHO, C. J. Adubação orgânica na mamoneira com esterco bovino e efeitos no seu crescimento inicial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. p. 8-11. 1 CD-ROM.
- VEDANA, U. **Aspectos gerais da cultura**. Disponível em: <www.pinhaomanso.com.br>. Acesso em: 16 set. 2009.
- VERONA, R. L. C. **Ácaros Associados à *Jatropha spp.* (Euphorbiaceae) no Brasil**. São José do Rio Preto, 2010. 71p. Dissertação (Mestre em Biologia Animal). Programa de pós-graduação em Biologia Animal, Universidade Estadual Paulista. 2010.
- VIEIRA A. C.; BARRETO M. L. G.; MARTINS L. C. M. S.; VASCONCELOS V. M.; SILVA, G. F. Degomagem do óleo de moringa. In: ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA, 1., 2009, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Biodiesel, 2009. 1 CD-ROM.
- VIEIRA, F. F. **Análise de óleos vegetais**. Campina Grande: UEPB, 1994. 45 p.

VIJAYA KUMAR, P.; SRIVASTAVA, N. N.; VICTOR, U. S.; GANGADHAR RAO, D.; SUBBA RAO, A. V. M.; RAMAKRISHNA, Y. S.; RAMANA RAO, B. V. Radiation and water use efficiencies of rainfed castor beans (*Ricinus communis* L.) in relation to different weather parameters. **Agricultural and Forest Meteorology**, Hyderabad: Elsevier, v. 81, p. 241-253, 1996.

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

ZAGONEL, G. F. **Obtenção e caracterização de biocombustíveis a partir da transesterificação etílica em meio alcalino**. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em química orgânica) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleos vegetais. **Revista de Química Industrial**, Rio de Janeiro, v. 717, p. 17-26, 2001.