

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ANTÔNIO MARCOS MOURA DE MESQUITA

**EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA SOBRE OS TEORES
FOLIARES E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES NA MAMONEIRA**

FORTALEZA – CE

2008

ANTÔNIO MARCOS MOURA DE MESQUITA

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA SOBRE OS TEORES FOLIARES E
EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES NA MAMONEIRA

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra

FORTALEZA – CE

2008

M543e Mesquita, Antônio Marcos Moura de
Efeito de diferentes lâminas de água sobre os teores foliares e exportação de nutrientes na mamoneira / Antônio Marcos Moura de Mesquita, 2011.
76 p. :Il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias Departamento de Engenharia Agrícola, Mestrado em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2011.
Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.

1. *Ricinus communis* L. 2. Lâminade irrigação. 3. Extração de nutrientes. I. Bezerra, Francisco Marcus Lima (Orient.). II. Universidade Federal do Ceará – Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola. III. Título.

CDD 633.85

ANTÔNIO MARCOS MOURA DE MESQUITA

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA SOBRE OS TEORES FOLIARES E
EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES NA MAMONEIRA

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 20/09/2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra (Orientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Manoel Valnir Júnior

IFCE Sobral

À minha esposa Ana Karine Paiva Bezerra pelo amor, companheirismo, compreensão, aconselhamentos, carinho e apoio constante fundamental na minha vida, durante todo o Mestrado e principalmente na condução dessa pesquisa. Ao meu filho Luís Henrique, o maior presente que recebi das mãos divinas.

DEDICO

Aos meus pais Antônio Ilário e Maria Janila.
Aos meus irmãos Júlio César e Netinho. À minha avó Francisca Ilário de Mesquita *in memoriam*.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus que me dá força nos momentos mais difíceis.

Ao Instituto Centec, por minha formação. À Universidade Federal do Ceará, pelas condições ofertadas durante a realização desse curso de Mestrado em Engenharia Agrícola com área de concentração em Irrigação e Drenagem.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pela concessão da bolsa de estudo durante todo o período do curso.

Ao fundo setorial CT-Hidro por ter contribuído com parte dos recursos financeiros utilizados no trabalho.

Ao Banco do Nordeste, através do projeto de pesquisa “**Produtividade e crescimento de três cultivares de mamona em resposta a diferentes lâminas de água**”, pelo apoio financeiro para condução do experimento que resultou na dissertação.

Ao professor e orientador **Francisco Marcus de Lima Bezerra** pelo apoio, dedicação, orientação, e ensinamentos, durante todo o mestrado.

Ao professor e co-orientador **Claudivan Feitosa de Lacerda**, por sua valiosa contribuição para o enriquecimento deste trabalho.

À pesquisadora **Albanise Barbosa Marinho** pela gentileza e por suas valiosas contribuições para o enriquecimento desta pesquisa.

Aos amigos do mestrado Edvan José, Andréia Freitas, Antônia Leila, Cley Andeson, Fernando Bezerra, Deodato Aquino.

Aos amigos João Filho e Alexandre Reuber pelo apoio durante a condução do experimento.

Aos amigos e irmãos Luís Carlos Guerreiro, Carlos Henrique, Tony Thiago e Diego Nathã que foram verdadeiros anjos da guarda para mim e minha família durante o tempo de execução deste curso de mestrado.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação profissional e que não foram mencionados, meu agradecimento e reconhecimento.

“Ainda que distribuísse todos os meus bens em sustento dos pobres, e ainda que entregasse o meu corpo para ser queimado, se não tiver caridade, de nada valeria!”

I Cor 13.3

RESUMO

MESQUITA, Antônio Marcos Moura, Universidade Federal do Ceará. Agosto de 2008. **Efeito de diferentes lâminas de água sobre os teores foliares e exportação de nutrientes na mamoneira.** Orientador: Francisco Marcus Lima Bezerra. Conselheiros: Claudivan Feitosa de Lacerda, Manoel Valnir Junior.

O presente estudo teve como objetivo estudar o efeito de diferentes lâminas de água sobre os teores foliares e exportação de nutrientes na mamoneira. Foram utilizados três cultivares de mamoneira (BRS 188 – Paraguaçu, Mirante 10 e IAC Guarani) cujas sementes foram produzidas pela Embrapa Algodão, Sementes Armani e Instituto Agronômico de Campinas, respectivamente. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste, CE. A área total ocupada foi de 2.700 m² (90 m x 30 m) constituído de 45 linhas de irrigação. Cada linha ocupou uma área de 60 m² com 30 plantas. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas (split-plot). Cada bloco era composto por cinco parcelas que mediam 6,0 m de largura por 30 m de comprimento, as quais foram distribuídas os tratamentos de lâmina irrigada ao acaso. As lâminas aplicadas foram baseadas na evaporação do tanque Classe A (ECA), de modo que: T1, nível de irrigação referente a 25% da ECA; T2, nível de irrigação referente a 50% da ECA; T3, nível de irrigação referente a 75% da ECA; T4, nível de irrigação referente a 100% da ECA; T5, nível de irrigação referente a 125% da ECA. As parcelas foram divididas em três subparcelas nas quais foram distribuídas as cultivares ao acaso. As subparcelas, quarenta e cinco no total, mediam 6 m de largura e 10 m de comprimento e continham trinta plantas cada. De modo a evitar influência entre os tratamentos cada subparcela possuía três linhas de plantas em que apenas a linha do centro foi analisada. As linhas das extremidades serviram como bordadura, circundando toda área útil do experimento. Foram coletados dados das plantas 2; 4; 6 e 8 de cada subparcelas. A adubação baseou-se na análise química do solo e exigências nutricionais da cultura conforme recomendação da Universidade Federal do Ceará (1993). Com os seguintes valores para a adubação 120 kg de N ha⁻¹, 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹, 20 kg de K₂O ha⁻¹ nas formas de sulfato de amônio, fosfato de monoamônio (MAP), sulfato de potássio respectivamente. De acordo com os resultados obtidos o fator lâmina de irrigação influenciou ao nível de 5% os teores foliares de fósforo e cobre, sendo os maiores teores médios encontrados nas lâminas de 125 e 100% da ECA, respectivamente. Em se tratando da extração de nutrientes, o fator lâmina influenciou todos os nutrientes estudados ao nível de 5% de probabilidade. As maiores médias das quantidades de nutrientes extraídas concentraram-se nas maiores lâminas de irrigação.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L, lâmina de irrigação, extração de nutrientes

ABSTRACT

MESQUITA, Antônio Marcos Moura, Universidade Federal do Ceará. Agosto de 2008. **Effect of different water depths on the leaf concentrations and export of nutrients in the castor bean.** Adviser: Francisco Marcus Lima Bezerra. Committee members: Claudivan Feitosa de Lacerda, Manoel Valnir Junior.

The objective of this work was to study the effect of different water depths on foliar concentration and the export of nutrients in the castor bean. The following cultivars were used 188 BRS - Paraguaçu, Mirante 10 and IAC Guarani. Their seeds were produced by the Embrapa Algodão, Sementes Armani and Instituto Agronômico de Campinas respectively. The experiment was carried out in the Fazenda Experimental do Vale do Curu, Universidade Federal do Ceará, at the Pentecoste, Ceará, Brazil. Experiment area had 2,700 m² (90 m x 90 m) with 45 lines of irrigation system. Each line of irrigation system had 60 m² with 30 plants. The experimental delineation was randomized blocks with split-plot and each block had five plots (6.0 m wide by 30 m long), which had been distributed the treatments of irrigated depths randomly. The applied water depths were based by the evaporation of the Class A evaporation pan (ECA) as follow: T1, corresponding to irrigation with 25% of the ECA; T2 irrigation with 50% of the ECA; T3, irrigation with 75% of the ECA; T4 irrigation with 100% of the ECA, and T5, irrigation with 125% of the ECA. Each plot was divided in three subplots and the cultivars were randomly distributed on them. The forty subplots measured 6 m wide and 10 m long and each had thirty plants. In order to prevent influence between the treatments each subplot had three lines of plants where only the line of the center was analyzed. The lines of the edges were surrounding the total useful area in the experiment. Data were collected of plants 2; 4; 6 and 8 at each subplot. The fertilization was based in the chemical analysis of the soil and in the nutritional need of the plants, according to Universidade Federal do Ceará (1993). Fertilization used were 120 kg of N ha⁻¹, 60 kg of P₂O₅ ha⁻¹, 20 kg of K₂O ha⁻¹ at MAP form. Results showed that the irrigation depths had influenced by 5% the level of the leaf concentrations of phosphorus and cuprum and the highest averages were to irrigation depths of 125 and 100% of the ECA, respectively. Relation to extraction of nutrients the water depths influenced all the nutrients analyzed at the level of 5%. The highest average of the total nutrients extracted had been occurred at the biggest irrigation depths.

Key-words: mamona (*Ricinus communis* L.), irrigation depths, extraction of nutrients

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Coleta de solo.....	27
FIGURA 2	Croqui da área experimental	30
FIGURA 3	Componentes do sistema de irrigação	31
FIGURA 4	Valores médios de P (g kg^{-1}) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, CE, 2008.....	38
FIGURA 5	Teores foliares de cobre (Cu) em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	40
FIGURA 6	Valores médios de Cu em função das lâminas de irrigação e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	41
FIGURA 7	Teores de Nitrogênio (N) extraído em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	49
FIGURA 8	Valores médios de nitrogênio (N) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	50
FIGURA 9	Teores de fósforo (P) extraídos em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	51
FIGURA 10	Valores médios de fósforo (P) em função das lâminas de cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	51
FIGURA 11	Teores de Potássio (K) extraídos em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	52
FIGURA 12	Valores médios de potássio (K) em função das lamínas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	53
FIGURA 13	Teores de Cálcio (Ca) extraídos em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	57
FIGURA 14	Valores médios de Cálcio (Ca) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	58
FIGURA 15	Teores de Magnésio (Mg) extraídas em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	58
FIGURA 16	Valores médios de Magnésio (Mg) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	59
FIGURA 17	Teores de Ferro (Fe) extraídos em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	60

FIGURA 18	Valores médios de ferro (Fe) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 200	60
FIGURA 19	Quantidades de cobre (Cu) extraídas em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	64
FIGURA 20	Valores médios de cobre (Cu) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	65
FIGURA 21	Quantidades de zinco extraídas pelas sementes em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	66
FIGURA 22	Valores médios de zinco em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	66
FIGURA 23	Quantidades de manganês (Mn) extraídas pelas sementes em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	67
FIGURA 24	Valores médios de manganês em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	68

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Fertilidade do solo da área experimental antes da instalação do experimento.....	27
TABELA 2	Quantidade de nutrientes distribuídos via fertirrigação, para a cultura da mamoneira, Pentecoste – CE, 2008.....	34
TABELA 3	Análise de variância dos teores de nutrientes nas folhas (N, P e K) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisada	37
TABELA 4	Teores médios de P (kg ha ⁻¹) na folha nas cultivares estudadas. FEVC, Pentecoste, CE, 2008.....	38
TABELA 5	Teores médios de P (kg ha ⁻¹) na folha em função das cultivares na lâmina de irrigação correspondente a 50% da ECA. FEVC, Pentecoste, CE, 2008.....	39
TABELA 6	Tabela 6 - Análise de variância dos teores de nutrientes nas folhas (Ca, Mg e Fe) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, CE, 2008.....	39
TABELA 7	Análise de variância dos teores de nutrientes nas folhas (Cu, Zn e Mn) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, CE, 2008.....	40
TABELA 8	Análise de variância dos teores de nutrientes nas sementes (N, P e K) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	42
TABELA 9	Teores médios de N (kg ha ⁻¹) nas sementes em função das cultivares na lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	42
TABELA 10	Teores médios de P (kg ha ⁻¹) nas sementes em função das cultivares nas lâminas de irrigação equivalente a 75% da ECA. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	43
TABELA 11	Teores médios de K (kg ha ⁻¹) nas sementes em função das cultivares para a lâmina de irrigação equivalente 75% da ECA. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	43
TABELA 12	Análise de variância dos teores de nutrientes nas sementes (Ca, Mg e Fe) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	44

TABELA 13	Teores médios de Ca (kg ha^{-1}) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	45
TABELA 14	Teores médios de Fe (g ha^{-1}) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	45
TABELA 15	Análise de variância dos teores de nutrientes nas sementes (Cu, Zn e Mn) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	46
TABELA 16	Teores médios de Cu (g ha^{-1}) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	47
TABELA 17	Teores médios de Cu (g ha^{-1}) nas sementes em função das cultivares (lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA). FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	47
TABELA 18	Teores médios de Cu (mg kg^{-1}) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	47
TABELA 19	Teores médios de Mn (g ha^{-1}) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	48
TABELA 20	Teores médios de Mn nas sementes em função das cultivares (lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA). FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	48
TABELA 21	Análise de variância das quantidades de nutrientes extraídas pelas sementes (N, P e K) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	49
TABELA 22	Quantidades médias de N (kg ha^{-1}) em função das cultivares nos tratamentos de 75, 100 e 125% da ECA. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	54
TABELA 23	Tabela 23 - Quantidades médias de P (kg ha^{-1}) extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	55
TABELA 24	Quantidades médias de K (kg ha^{-1}) extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	56
TABELA 25	Análise de variância das quantidades de nutrientes extraídas (Ca, Mg e Fe) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	56
TABELA 26	Quantidades médias de cálcio extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	61
TABELA 27	Quantidades médias de magnésio extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	62

TABELA 28	Quantidades médias de ferro extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	63
TABELA 29	Análise de variância das quantidades de nutrientes extraídas (cobre, zinco e manganês) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.....	64
TABELA 30	Quantidades médias de cobre extraídas pelas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	68
TABELA 31	Quantidades médias de zinco extraídas pelas sementes em função das cultivares (lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA). FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	69
TABELA 32	Quantidades médias de magnésio extraídas pelas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008	70

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	A cultura da mamoneira	16
2.1.1	Generalidades	16
2.1.2	Descrição Botânica, Morfologia e Fisiologia	17
2.1.3	Exigências Edafoclimáticas	20
2.1.4	Situação da Mamona no Brasil e no Mundo	21
2.1.5	Importância da Água para as Culturas	22
2.1.6	Déficit Hídrico	23
2.1.7	Extração de Nutrientes	24
3	MATERIAL DE MÉTODOS	26
3.1	Caracterização da área experimental	26
3.1.1	Localização	26
3.1.2	Clima	26
3.1.3	Solo	26
3.1.4	Cultura	28
3.1.4.1	BRS 188 - Paraguaçu	28
3.1.4.2	Mirante 10	28
3.1.4.3	IAC Guarani	29
3.2	Descrição do experimento	29
3.2.1	Delineamento Experimental	20
3.3	Preparo da área	30
3.4	Instalação do sistema de irrigação e cultivo	30
3.5	Adubação	31
3.6	Instalação e condução da cultura no campo	32
3.6.1	Plantio e Estabelecimento	32
3.6.2	Irrigação e Fertirrigação	32
3.6.3	Controle de Ervas Daninha e Fitossanitário	33
3.6.4	Colheita	35
3.7	Características avaliadas	35
3.7.1	Metodologia para Análise Foliar e Nutrientes Extraídos	35
3.7.2	Metodologia para Análise das Sementes	36
3.8	Análise estatística	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Análise dos teores de nutrientes nas folhas	37
4.2	Análise dos teores de nutrientes nas sementes	41
4.3	Análise das quantidades de nutrientes extraídas	48
5	CONCLUSÕES	71
	REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), também conhecida como carrapateira ou rícino, é uma espécie de origem tropical que vegeta naturalmente desde latitude 40° Norte até 40° Sul sendo cultivada comercialmente em mais de 15 países, os principais sendo a Índia, a China e o Brasil. Trata-se de uma planta cujo óleo extraído de suas sementes tem um elevado valor estratégico pelo fato de não existir bons substitutos em muitas de suas aplicações e pela sua versatilidade industrial. O óleo da mamona é a base para a obtenção de uma diversificada linha de matérias-primas utilizadas na fabricação de plásticos e plastificantes, fibras sintéticas, tintas, esmaltes, coberturas protetoras, resinas e lubrificantes. A partir da ricinoquímica, que é a química do óleo de mamona, pode-se chegar à geração de outros produtos bem mais sofisticados, como é o caso das próteses humanas, e dos produtos utilizados nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos e aeronáutica (VIEIRA; LIMA, 2008).

No Brasil a mamoneira se adaptou muito bem e logo se espalhou pelo território nacional, e hoje é encontrada vegetando espontaneamente em todos os Estados da Federação. Durante muito tempo o país foi o maior produtor mundial de mamona com grande destaque no cenário internacional. Mas, a partir de 1982 perdeu esta posição para a Índia e anos depois para a China. Assim, o Brasil é atualmente o terceiro produtor mundial de mamona, tanto em área colhida, como em quantidade produzida (SOUZA, 2007).

A cultura da mamona é uma alternativa de relevante importância econômica e social para o Brasil, particularmente para a região Nordeste, que segundo levantamento feito pela Embrapa, dispõe de mais de 45 milhões de hectares de terras com aptidão para a exploração econômica desta cultura. É exatamente nesta região, especialmente no Estado da Bahia, onde o cultivo desta oleaginosa tem se concentrado. Mais de 90% da área cultivada com mamona no Brasil se encontra neste estado, onde os sistemas de produção existentes e utilizados pelos produtores, ainda são de certa forma bastante precários e pouco tem evoluído (SILVA et al., 2004).

Atualmente podem-se definir basicamente dois sistemas de produção em uso no Nordeste. O primeiro que é representado por mais de 90% da área cultivada se caracteriza pela utilização da força de trabalho da própria família explorando pequenas áreas quase sempre em consórcio com o feijão e o milho. Neste sistema, não é observado entre os produtores o uso da mecanização agrícola, nem tão pouco de insumos modernos tais como sementes melhoradas, fertilizantes e defensivos agrícolas. O segundo sistema já apresenta um

caráter mais comercial dada a maior escala de produção. A participação da tração motora é mais intensiva registrando-se também a utilização da irrigação e de outros insumos modernos como sementes de variedades híbridas melhoradas e defensivos agrícolas (VIEIRA; LIMA, 2008).

O uso da irrigação na agricultura encarece a cadeia produtiva e para que se justifique tal uso, faz-se necessário que se tenham altas produtividades. Para isso torna-se necessário o uso de cultivares que melhor respondam a disponibilidade hídrica, bem como o manejo hídrico mais adequado, que trará maiores produtividades com menores custos e de forma sustentável (FREITAS, 2009).

A mamoneira é sensível à acidez do solo e exigente em fertilidade, sendo possível aumentar sua produtividade pelo adequado fornecimento de nutrientes por meio da adubação (SOUZA; NEPTUNE, 1976; WEISS, 1983). Essa planta exporta da área de cultivo cerca de 80 kg ha⁻¹ de N, 18 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 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 21kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO, respectivamente (CANECCHIO FILHO; FREIRE, 1958 apud SEVERINO et al. 2005; NAKAGAWA; NEPTUNE, 1971 apud SEVERINO et al., 2005). Nota-se, portanto que a cultura tem elevado requerimento nutricional para obter uma produtividade adequada.

Diante da importância econômica e social atingida pela cultura da mamona no Brasil, bem como, da necessidade de melhoria do seu sistema produtivo, instalou-se o experimento que teve o objetivo de estudar o efeito de diferentes lâminas de água sobre os teores foliares e exportação de nutrientes na mamoneira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da mamoneira

2.1.1 Generalidades

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta oleaginosa arbustiva pertencente à família *Euphorbiaceae*, a qual possui mais de 7.500 espécies. Sua origem é discutida, apesar da hipótese mais aceita indicar a Etiópia no continente Africano, como o provável centro de origem, a partir do qual a planta se espalhou para os demais continentes, sendo encontrada atualmente em todos os países do mundo, especialmente, nos de clima tropical e subtropical, onde cresce como planta arbustiva ou arbórea, podendo se comportar como anual ou perene dependendo das condições edafoclimáticas (SOUZA, 2007).

Introduzida no Brasil pelos portugueses, é encontrada em todo o território nacional. Por sua tolerância à seca e exigência em calor e luminosidade, encontra-se disseminada por todo o Nordeste, constituindo-se em grande potencial para a economia do semi-árido nordestino (TÁVORA, 1982; AMORIM NETO et al., 2001).

A área ocupada pela mamoneira no Brasil sofreu decréscimo de cerca de 55% no período 1984-1989, correspondendo a uma redução de 485,0 mil para 215,2 mil hectares. Na safra de 2004 a cultura ocupou uma área de 139,4 mil hectares com produção de 137 mil toneladas, ocupando a terceira posição entre os principais países produtores (Índia e China). Cerca de 90% da produção nacional está concentrada no estado da Bahia (IBGE, 2005).

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) vem sendo explorada em vários países do mundo, em especial na Índia, China, Brasil e Rússia, principais produtores, tanto em condições de sequeiro, quanto em condições irrigadas. O Brasil é responsável por 11% da produção mundial. No Nordeste, os estudos sobre os sistemas de produção da cultura ainda são escassos, apesar desta região ser responsável por 80% da produção nacional (LACERDA, 2007).

Da industrialização da mamona, obtém-se, como produto principal, o óleo, que tem utilidades industriais na fabricação de tintas, vernizes, sabões, fibras sintéticas, plástico, corantes, anilina e lubrificantes (SANTOS et al., 2001). Para Lacerda (2007), a mamoneira se

reveste de importância, pois seu óleo é o único glicerídeo solúvel em álcool e é base para os mais diversos produtos industriais. O Brasil dispõe de mais de 4,5 milhões de ha, aptos para a exploração desta oleaginosa, com potencial para fornecer mais de 60% do biodiesel em substituição ao diesel.

A grande importância da produção de mamona em larga escala é justificada pelo fato de que há um crescente interesse em estudos tendo por objetivo a criação de fontes alternativas de energia, principalmente por aquelas que colaborem com a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂). Cerca de 40% da energia consumida no mundo provém de fontes de energia fóssil como o carvão, petróleo e o gás natural, e por serem limitadas e com previsão de esgotamento no futuro, a busca por fontes alternativas de energia é de suma importância. (ALVES et al., 2006)

Atualmente há um novo mercado no campo energético, a produção de biocombustíveis, em especial a fabricação do diesel vegetal ou biodiesel. O uso do óleo da mamona como matéria-prima na produção de biodiesel certamente exigirá demanda por melhores tecnologias de produção desta cultura no Brasil e, em especial no Nordeste, de modo a possibilitar a utilização de todo o seu potencial (CORRÊA et al., 2006).

2.1.2 Descrição Botânica, Morfologia e Fisiologia

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

Para Lange et al. (2005), a mamona é uma planta de hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos. Seus frutos possuem espinho e não oferecem resistência mecânica. As sementes apresentam diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de coloração, sendo uma fonte praticamente pura de ácido ricinoléico. Possui crescimento indeterminado consistindo de uma série de caules ou ramos encerrados por um racemo, numa disposição simpodial que lhe é peculiar. Produz em média três importantes ordens de racemos denominados de primários, secundários e terciários, que são expostas a

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

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

Quanto ao sistema radicular, Carvalho (2005), afirma que é pivotante e fistoloso podendo atingir até 3 metros de profundidade, se não houver impedimentos físicos; as raízes laterais são bem desenvolvidas e situam-se a poucos centímetros da superfície do solo.

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

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

Para Carvalho (2005), trata-se de uma planta monóica, a inflorescência é uma panícula terminal e recebe o nome de racemo, apresentando flores femininas na parte superior e masculinas na porção inferior da raque, ocasionalmente pode ocorrer uma distribuição irregular ou dispersa das flores ao longo do racemo. Algumas plantas podem conter inflorescências totalmente pistiladas, ou seja, apenas flores femininas.

A floração tem início em diferentes épocas dependendo do genótipo e das condições ambientais comuns a cada região, e pode se estender durante um longo período, quando os fatores edafoclimáticos forem favoráveis; o hábito de crescimento indeterminado favorece esta floração continuada ou sequencial. Há indícios de que o início da floração também está relacionado com o número de internódios, de modo que quanto menor o número

de internódios para a emissão da primeira inflorescência, mais precoce será a planta (TÁVORA, 1982).

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

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

As sementes germinam lentamente necessitando de 10 a 21 dias para a emergência das plântulas. São brilhantes e possuem formato oblongo, ovóide ou arredondado, medindo de 0,5 a 1,5 cm de comprimento, com superfície dorsal arqueada e uma estrutura esponjosa proeminente na sua extremidade, denominada de carúncula. A coloração é muito variada, existindo sementes pretas, brancas, cinzas, e marrons com mosqueados característicos (OPLINGER et al., 1997). É constituída por tegumento, carúncula, embrião e endosperma, onde está presente o óleo (SOUZA, 2007).

Quanto à fisiologia é uma planta de metabolismo fotossintético C3, com elevada taxa de fotorrespiração, sendo considerada uma espécie vegetal ineficiente e pouco competitiva (AZEVEDO et al., 2001). Contudo, para outros autores a mamoneira é tida como planta de elevada capacidade fotossintética, em especial sob condições adequadas de disponibilidade hídrica, uma vez que o processo fotossintético é sensivelmente afetado quando ocorrem demandas atmosféricas elevadas (DAI; EDWARDS; KU, 1992).

Necessita de dias longos com fotoperíodo de pelo menos 12 horas de luz por dia para produzir satisfatoriamente, sendo considerada uma espécie heliófila, apesar de se adaptar a diferentes “comprimentos de dia”, mas com reflexos negativos no crescimento e produtividade. Com menos de 9 horas de luz por dia, o crescimento e a taxa fotossintética tendem a reduzir (BELTRÃO et al., 2003).

Dai, Edwards e Ku (1992) estudaram os efeitos do déficit de pressão de vapor de água (VPD) sob as características fisiológicas da mamoneira, e verificaram que a assimilação

de CO₂ e a condutância estomática reduzem grandemente com o aumento do déficit de pressão de vapor e com temperaturas acima de 40°C, as quais favorecem ao aumento da taxa de fotorrespiração. O contrário acontece em baixo VPD com temperatura de até 30°C, alta luminosidade e elevada concentração de CO₂. Em tais condições a mamoneira apresenta taxa fotossintética superior a outras plantas C3, como o tabaco e C4, a exemplo do milho, cultivadas nas mesmas condições. Tais evidências, explicam parcialmente o bom desempenho desta cultura nas condições climáticas nordestinas, especialmente, quando a água não constitui fator limitante. Dai, Eduards e Ku (1992) ainda ressaltam que dentro de certos limites de temperatura, intensidade luminosa e concentração de CO₂ elevadas, a taxa fotossintética da mamona eleva-se consideravelmente, com reflexos positivos na produtividade de grãos, desde que o suprimento hídrico seja adequado.

2.1.3 Exigências Edafoclimáticas

O clima propício para a mamoneira é o quente e úmido, necessitando de estações bem definidas, chuvosa na fase inicial de crescimento e seca na época da maturação e colheita dos racemos. Trata-se de uma planta tipicamente tropical, apesar do cultivo ter se intensificado fora dos trópicos. Sua produção e rendimento, dependem grandemente das condições ambientais, sendo os elementos climáticos precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar, associados à altitude, os fatores que mais contribuem para que a cultura exerce o seu máximo potencial genético em termos de produtividade (SAVY FILHO, 2004).

A faixa ideal de precipitação para a mamona produzir satisfatoriamente situa-se entre 750 mm e 1.500 mm, com um mínimo de 600 mm a 750 mm durante o ciclo cultural; de preferência a época de plantio deve ser ajustada para que a planta receba de 400 mm a 500 mm até o início da floração (TÁVORA, 1982).

A temperatura ideal para o crescimento e maturação dos frutos é de 25°C, mas pode variar de 20 °C a 30 °C, ou até 35 °C (SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000). Temperaturas superiores a 40°C podem provocar aborto de flores, reversão sexual e reduzir substancialmente o teor de óleo nas sementes (BELTRÃO; SILVA, 1999). Por outro lado temperaturas muito baixas retardam a germinação, prolongando a permanência das sementes no solo, favorecendo o ataque de insetos e microorganismos patogênicos. Ademais,

temperaturas inferiores a 10 °C inibem a produção de sementes, devido à perda da viabilidade do pólen. O frio intenso também promove efeitos maléficos na produção de grãos e reduz o rendimento de óleo, o que torna evidente a preferência da mamona por temperaturas mais elevadas (OPLINGER et al., 1997).

Segundo Carvalho (2005), a altitude é um fator importante a ser levado em consideração, e recomenda a exploração comercial em áreas com altitudes entre 300 e 1.500 metros acima do nível do mar, onde teoricamente estaria o ótimo ecológico para a cultura, o que não descarta o seu cultivo em locais de altitudes diferentes das mencionadas.

Quanto às exigências edáficas, a cultura da mamona pode ser explorada nas mais distintas classes de solos. Entretanto, devem-se evitar aqueles excessivamente úmidos e com problemas de drenagem, bem como áreas sujeitas a inundações prolongadas no período chuvoso, pelo fato de a mamoneira ser sensível ao excesso de umidade (TÁVORA, 1982). Assim sendo, os melhores solos para a sua exploração são os profundos, bem drenados, de textura média, ricos em matéria orgânica, férteis sem problemas de salinidade, com pH entre 6,0 e 6,5 e relevo variando de plano a suavemente ondulado, livres de erosão (CARVALHO, 2005).

2.1.4 Situação da Mamona no Brasil e no Mundo

O Brasil foi durante décadas, o maior produtor mundial de mamona em grão e maior exportador de óleo. Contudo, em 1982 e 1993, Índia e China superaram o Brasil e tornaram-se respectivamente o primeiro e segundo maiores produtores de mamona do mundo. A partir deste período o país passou a ocupar o posto de terceiro lugar em termos de produção mundial (SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000; CORRÊA et al., 2004). Portanto, Índia, China e Brasil são nesta ordem os principais produtores mundiais de mamona, tanto em termos de área colhida como na quantidade produzida. Na safra de 2005 estes três países produziram 94% do total mundial, em uma área colhida equivalente a 91% de toda área cultivada com mamona no mundo (SANTOS; KOURI, 2006).

No Brasil a ricinocultura vem já há algum tempo, experimentando sérios problemas econômicos, uma vez que o preço pago ao produtor depende fortemente das oscilações do mercado internacional (VIEIRA; LIMA, 2000). Segundo Savy Filho et al. (1999), a perda de competitividade do Brasil no mercado mundial deve-se ao baixo nível

tecnológico empregado pelos produtores, refletido pela carência de sementes melhoradas, melhores sistemas de preparo de solo, manejo, colheita e pelo baixo uso de insumos, com destaque para os fertilizantes.

No Brasil depois de sucessivas reduções de produção e área colhida, a ricinocultura sofreu uma sensível recuperação nas safras 2004 e 2005. Nestes anos, a área plantada no país representou respectivamente 14% e 15% do total mundial, e a produção correspondeu a 11% e 13% do montante produzido mundialmente (SANTOS; KOURI, 2006).

O aumento da produção brasileira deve-se, primordialmente ao aumento na área colhida que passou de 133.879 ha na safra 2002/2003 para 223.583 ha na safra 2004/2005, aumento superior a 40%. A região Nordeste é responsável por mais de 90% da produção nacional, e o Estado da Bahia é o maior produtor brasileiro, com uma área colhida de 182.459 ha e produção de 132.324 Mg na safra de 2005, seguido em segundo lugar em produção e área colhida pelo Estado do Ceará (IBGE, 2006).

2.1.5 Importância da Água para as Culturas

O crescimento da população mundial tem impulsionado o setor agrícola a uma corrida pelo aumento da oferta de alimentos. Dentre os elementos envolvidos na produção, a água assume papel de destaque. A água é fator de fundamental importância em qualquer empreendimento agrícola. Partindo desta premissa, a busca pelo uso racional e eficiente deste elemento deve ser encarada como uma meta a ser constantemente alcançada. A água entra no processo biológico das culturas e assume papel importantíssimo, de maneira que, o excesso ou a falta dela, afeta significativamente a qualidade do fruto produzido.

Segundo Sousa (2006), a água destaca-se entre os fatores que afetam o desenvolvimento vegetativo por ser meio de difusão dos solutos nas células e solvente para a maioria das reações bioquímicas. Ainda funciona como regulador de temperatura e é básica na sustentação dos tecidos vegetais.

A irrigação constitui-se em ferramenta indispensável para atender a demanda hídrica das culturas. Entretanto, a tecnologia por si só não pode ser geradora de alimentos. Para que a aplicação de água possa ser processada de forma eficiente e racional, o manejo da tecnologia e da própria água deve ser entendida e praticada pelos irrigantes.

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

Koutroubas, Papakosta e Doitsinis (2000) verificaram que a maturação do racemo primário ocorreu de 2 a 13 dias mais cedo em plantas sob sequeiro do que naquelas submetidas à irrigação. Para estes autores a irrigação prolonga o ciclo de vida da planta, aumentando o porte e a altura de inserção do primeiro racemo, conferindo maior crescimento vegetativo.

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

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

2.1.6 Déficit Hídrico

A ocorrência de déficit hídrico em plantas cultivadas afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas em todo o mundo. Desde os antigos povos sumérios, o homem tem procurado uma alternativa mais efetiva do aproveitamento da água para superar os efeitos do déficit hídrico às plantas (SANTOS; CARLESSO, 1998)

O déficit hídrico pode ser definido como qualquer conteúdo de água de um tecido abaixo do máximo conteúdo de água observado na condição de maior hidratação da planta (TAIZ; ZEIGER, 2004). Desta forma as plantas estão constantemente expostas a déficits

hídricos diurnos e sazonais em que a gravidade do estresse será determinada por sua intensidade e duração (ARAÚJO, 2008).

O déficit hídrico é uma situação comum à produção de muitas culturas, podendo apresentar um impacto negativo substancial no crescimento e desenvolvimento das plantas (LECOEUR; SINCLAIR, 1996); assim, existe um conflito entre a conservação da água pela planta e a taxa de assimilação de CO₂ para produção de carboidratos (TAIZ; ZEIGER, 1991).

Para Santos e Carlesso (1998), a deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta. Segundo os autores, a frequência e a intensidade do déficit hídrico constituem os fatores mais importantes à limitação da produção agrícola mundial. De acordo com Ortolani e Camargo (1987), sem se considerar os efeitos extremos, esta limitação é responsável por 60 a 70% da variabilidade final da produção, razão por que, no planejamento da agricultura irrigada, é de fundamental importância o conhecimento das condições meteorológicas durante o período de desenvolvimento das plantas, principalmente quanto aos períodos de baixa precipitação e elevada demanda na evapotranspiração.

2.1.7 Extração de Nutrientes

As plantas necessitam de 17 elementos considerados essenciais. Pode-se começar pela necessidade de água e dos diferentes compostos orgânicos para a sua sobrevivência. Nesses compostos, encontram-se H, C e O, que são incorporados aos tecidos vegetais a partir da absorção de H₂O pelas raízes e da incorporação de CO₂, pelos processos fotossintéticos. Normalmente, o tecido vegetal possui 43% de C, 44% de O₂ e 6% de H. Além desses três elementos, outros seis como N, P, K, S, Ca e Mg, chamados macronutrientes, são absorvidos em quantidades (kg ha⁻¹) com percentuais elevadas. Os nutrientes exigidos em menores quantidades (mg ha⁻¹) são: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl e Ni, denominados micronutrientes (MARSCHNER, 1995).

É necessário, portanto, para manter a fertilidade do solo, que se procure efetuar a restituição dos elementos extraídos pelas culturas, bem como dos nutrientes lixiviados e perdidos pelo processo de erosão. A adubação de “restituição” deve devolver ao solo as quantidades de nutrientes que as plantas retiram. Ela deve ser preferencialmente adotado para

cobrir as quantidades de macro e micronutrientes retirados pelas colheitas. Essa prática evita que o solo se esgote ou que se torne deficiente em algum nutriente (MAGGIO, 2006).

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulada na planta, em cada estágio de desenvolvimento, fornece informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação das culturas. Deve-se ter consciência, no entanto, que as curvas de absorção refletem o que a planta necessita, e não o que deve ser aplicado, uma vez que se tem que considerar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, que é variável segundo as condições climáticas, o tipo de solo, o sistema de irrigação, o manejo cultural, entre outros fatores. De modo mais efetivo, essas curvas auxiliam no programa de adubação, principalmente na quantidade dos diferentes nutrientes que devem ser aplicados nos distintos estádios fisiológicos da cultura (VILLAS BÔAS, 2001).

Entretanto, a quantidade e a proporcionalidade dos nutrientes absorvidos pelas plantas são funções de características intrínsecas do vegetal, como, também, dos fatores externos que condicionam o processo. Numa espécie, a capacidade em retirar os nutrientes do solo e as quantidades requeridas varia não só com a cultivar, mas também com o grau de competição existente. Variações nos fatores ambientais, como temperatura e umidade do solo, podem afetar consideravelmente o conteúdo de nutrientes minerais nas folhas. Esses fatores influenciam tanto a disponibilidade dos nutrientes como a absorção destes pelas raízes e, conseqüentemente, o crescimento da parte aérea. Por outro lado, o acúmulo e a distribuição dos nutrientes minerais na planta dependem de seu estágio de desenvolvimento (MARSCHNER, 1995; GOTO et al. 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

3.1.1 Localização

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Experimental do Vale do Curu, (FEVC) pertencente à Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste, CE, entre 3°45' e 3°50' de latitude Sul e 39°15' e 39°30' de longitude Oeste, a uma altitude de 47,0 m.

3.1.2 Clima

O clima da região é do tipo BSw'h', semi-árido com chuvas irregulares, com precipitação anual de 801 mm, evaporação de 1.475 mm; temperatura média anual em torno de 27,1°C e umidade relativa do ar de 73,7% .

3.1.3 Solo

O solo foi classificado como Neossolo Flúvico, anteriormente classificado como Aluviais Eutróficos (EMBRAPA, 1999). Com textura franco arenosa na camada de 0 a 0,70 m (MORAIS, 2004).

Na caracterização química do solo experimental foram coletadas amostras nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade. Foram coletadas 20 amostras, percorrendo em zig zag a área experimental em seguida as amostras foram misturadas para coleta de uma amostra composta, obedecendo às recomendações do Manual de

recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará (Figura 1). A amostra de solo foi analisada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal do Ceará. Na Tabela 1 se encontram apresentados os valores das características químicas do solo.



Figura 1 – Coleta de solo

Tabela 1 - Fertilidade do solo da área experimental antes da instalação do experimento

Elemento	Unidade	Camada (cm)	
		0 – 20	20 – 40
Fósforo	mg dm ⁻³⁰	94	40
Potássio	mg dm ⁻³	420	249
Cálcio + Magnésio	cmol _c dm ⁻³	6,8	6,6
Cálcio	cmol _c dm ⁻³	3,7	4,0
Magnésio	cmol _c dm ⁻³	3,1	2,6
Alumínio	cmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
Sódio	mg dm ⁻³	48	76
pH	(-)	6,9	7,0

Fonte - Laboratório de Solos UFC.

3.1.4 Cultura

Utilizaram-se três cultivares de mamoneira (BRS 188 – Paraguaçu, Mirante 10 e IAC Guarani) cujas sementes foram produzidas pela Embrapa Algodão, Sementes Armani e Instituto Agronômico de Campinas, respectivamente.

3.1.4.1. BRS 188 – Paraguaçu

Cultivar de porte baixo e ciclo médio de 250 dias a BRS 188 Paraguaçu foi desenvolvida pela EMBRAPA/CNPA (PB) em 1999. Possui crescimento indeterminado, produtividade média de 1.600 kg ha^{-1} , com frutos semideiscente (FREIRE et al., 2001).

Essa mesma cultivar tem ciclo de 250 dias, altura de 1,60 m, frutos semideiscentes, peso de 100 sementes de 71 g, teor de óleo de 47,72 % e potencial produtivo de 1.500 kg ha^{-1} (EMBRAPA, 2004).

3.1.4.2. Mirante 10

É caracterizada por apresentar um porte relativamente normal e seu racemo primário geralmente é inserido em uma altura variável dentro de um intervalo de 30 - 60 cm, com 7 a 9 internódios. Seu caule possui uma coloração avermelhada, sem cera e aspecto nodoso. Os frutos quando ainda imaturos são esverdeados com ausência de cera e indeiscentes, as sementes são amarronzadas com manchas características. Os racemos apresentam um porte pequeno com comprimento em torno de 40 cm e aspecto cilíndrico. A floração normalmente se inicia aos 38 dias após a emergência das plântulas, e geralmente o racemo primário apresenta ponto ideal de maturação aos 110 dias após a emergência. Sua produtividade média alcançada fica em torno de 1.600 kg ha^{-1} e o teor médio de óleo das sementes é 53% (CULTIVAR, 2005; SOUZA, 2007).

3.1.4.3. IAC Guarani

A IAC Guarani foi lançada em 1974 pelo Instituto Agrônomo/Seção de Oleaginosas, Campinas, SP. Apresenta ciclo de 180 dias, porte médio, fruto indeiscente, com produtividade média de 1500 kg ha⁻¹.

3.2 Descrição do experimento

A área total ocupada foi de 2.700 m² (90 m x 30 m) constituído de 45 linhas de irrigação. Cada linha ocupou uma área de 60 m² que continham 30 plantas (Figura 2).

3.2.1 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas (split-plot). Cada bloco continha cinco parcelas que mediam 6,0 m de largura por 30 m de comprimento, a qual foram distribuídos os tratamentos de lâmina irrigada ao acaso.

As lâminas aplicadas foram baseadas na evaporação do tanque Classe A (ECA), de modo que: T1, nível de irrigação referente a 25% da ECA; T2, nível de irrigação referente a 50% da ECA; T3, nível de irrigação referente a 75% da ECA; T4, nível de irrigação referente a 100% da ECA; T5, nível de irrigação referente a 125% da ECA.

Cada parcela foi dividida em três subparcelas em que foram distribuídos as cultivares ao acaso. As subparcelas, quarenta e cinco no total, mediam 6 m de largura e 10 m de comprimento e continham 30 plantas cada.

De modo a evitar influência entre os tratamentos cada subparcela continha três linhas de plantas em que apenas a linha do centro foi analisada, as linhas das extremidades serviram de bordadura, circundando toda área útil do experimento. Foram coletados dados das plantas 2, 4, 6 e 8 de cada subparcelas. Na Figura 2 pode ser visualizado o croqui da área experimental.

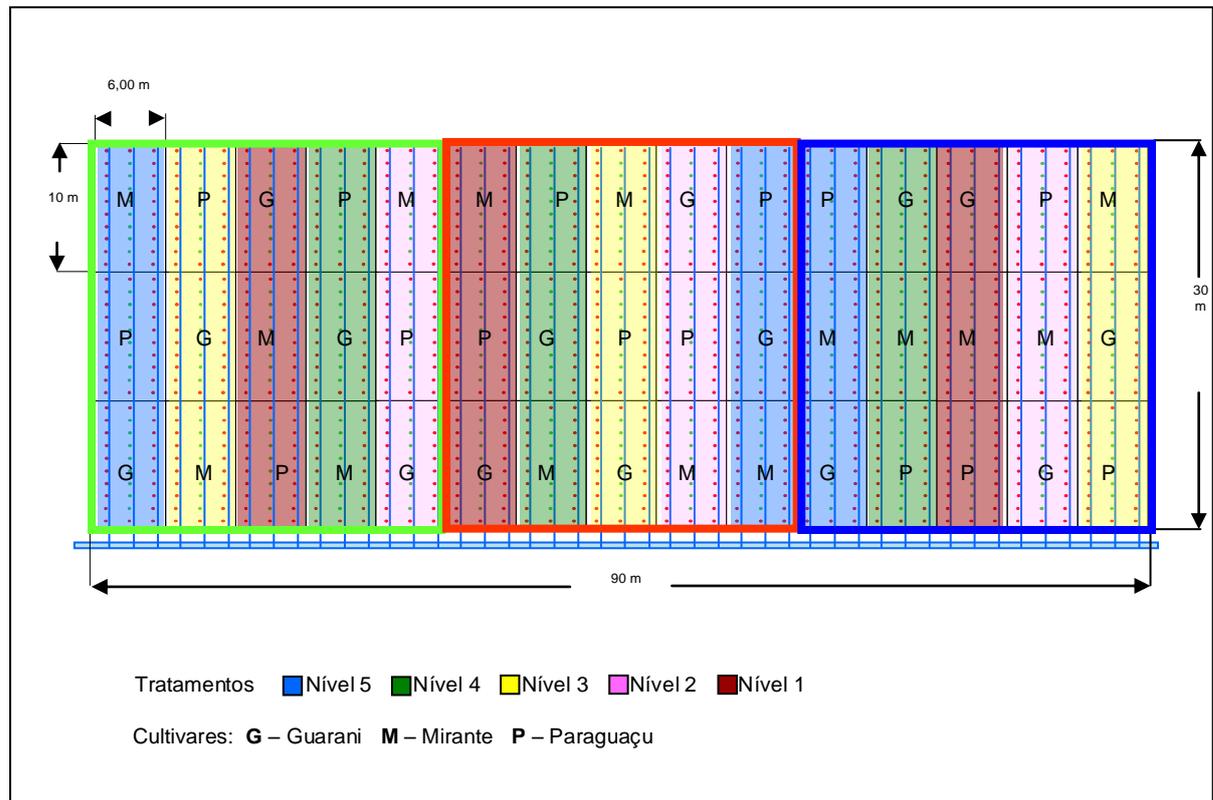


Figura 2 – Croqui da área experimental.

3.3 Preparo da área

O preparo da área iniciou no dia 13 de setembro de 2007 e constou de roçagem, gradagem e marcação das covas no espaçamento de 2,0 m entre linha e 1,0 m entre plantas. Foram abertas 1.350 covas para plantio.

3.4 Instalação do sistema de irrigação e composição

O sistema de irrigação foi instalado no dia 20 de setembro de 2007, tendo como fonte de alimentação hídrica o canal terciário pertencente à Fazenda Experimental no qual é abastecido pela água do açude General Sampaio.

O método de irrigação adotado foi do tipo localizado, sendo o sistema por gotejamento constituído de: cabeçal de controle, composto por conjunto motobomba de 3,5

cv, filtro de disco, tubo venturi; tubulações, constituídas por uma linha principal, uma linha de derivação, nesta continha um cavalete com hidrômetro e válvula anti-vacúo e 45 linhas laterais, sendo uma por fileira de planta; gotejadores tipo autocompensantes, modelo, katif, com vazão de $3,75 \text{ L h}^{-1}$ a uma pressão de serviço de 10 mca (Figura 3).

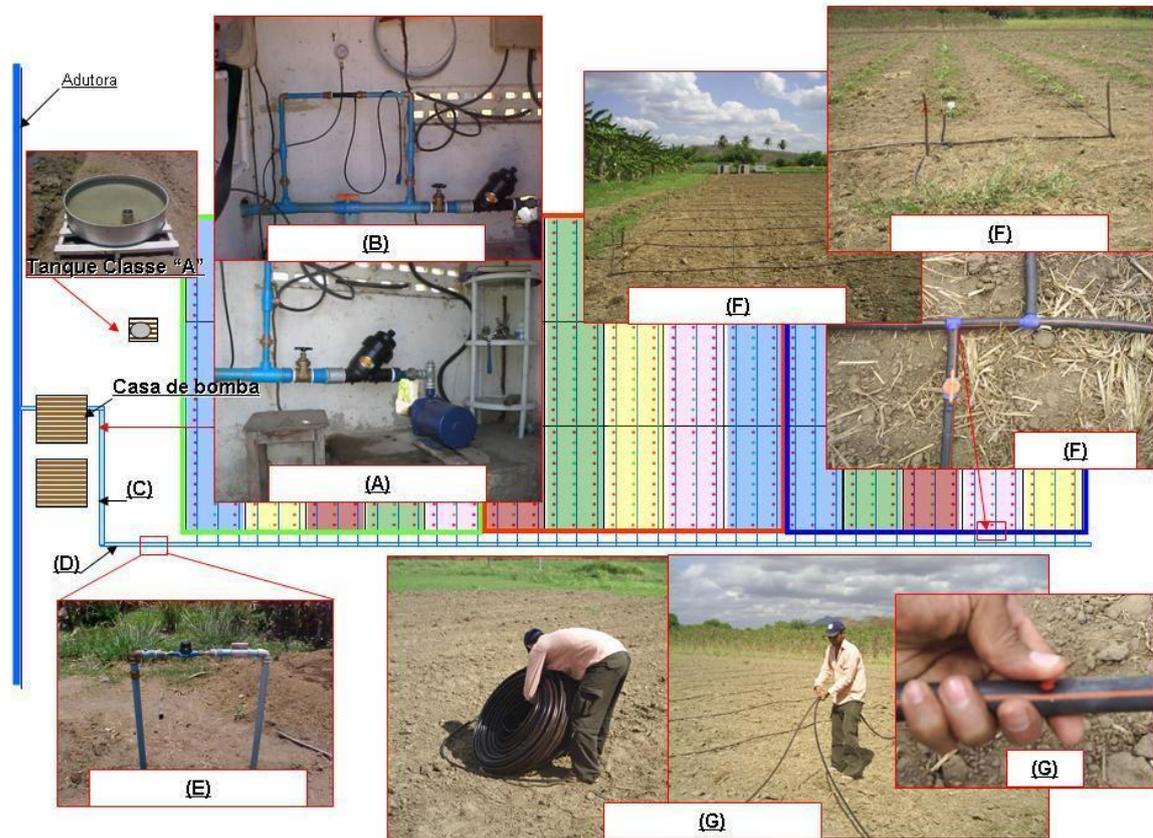


Figura 3 – Componentes do sistema de irrigação.

3.5 Adubação

A adubação baseou-se na análise química do solo e exigências nutricionais da cultura conforme recomendação da Universidade Federal do Ceará (1993), sendo utilizados os seguintes valores: $60 \text{ kg de N ha}^{-1}$, $60 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, $20 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ nas formas de sulfato de amônio, fosfato de monoamônio (MAP), sulfato de potássio respectivamente. Para suprir prováveis deficiências de micronutriente foram aplicados 17 g de FTE por cova.

Também foram utilizados 5 litros de esterco bovino, com a finalidade de melhorar as características físicas do solo, contribuir com o aumento da capacidade de armazenamento

de água, bem como melhorar as condições de aeração do solo, favorecendo a germinação das sementes e o desenvolvimento das raízes.

3.6 Instalação e condução da cultura no campo

3.6.1 Plantio e Estabelecimento

As cultivares usadas foram semeadas diretamente no campo, em 28 de setembro de 2007, sendo colocados 4 sementes por cova. A germinação deu-se a partir do 5º dia após a semeadura (DAS). No 7º e no 13º DAS foi observado 85% e 99% de germinação. No dia 25 de outubro de 2007 procedeu-se o desbaste deixando uma planta por cova. Foram realizadas capinas manuais aos 25 e 45 DAS, com objetivo de eliminar as ervas daninha e evitar a competição por água e nutrientes.

3.6.2 Irrigação e Fertirrigação

No período de estabelecimento da cultura, nos primeiros 25 dias após a germinação, todos os tratamentos receberam a mesma lâmina de irrigação, correspondente às laminas evaporadas no tanque Classe “A” de modo a obter uma uniformidade do estande. Utilizou-se irrigação de reposição com turno de rega de dois dias, baseada na evaporação do tanque Classe “A” (ECA).

O tempo de irrigação para cada tratamento foi calculado com base na evaporação do tanque Classe “A”, no espaçamento da cultura, fator de disponibilidade de água no solo, eficiência do sistema e do fator de aplicação da água em função do tratamento, medida no período entre duas irrigações (Equação 1).

$$T = \frac{ECA \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot F_R \cdot F_T}{C_u \cdot q_e} \quad (1)$$

Em que,

T – tempo de irrigação para cada tratamento em h;

ECA – evaporação do tanque Classe “A” em mm;

S_1 e S_2 – espaçamento da cultura, entre plantas e entre linhas em m;

Fr – percentagem de área molhada em decimal (valor adotado 0,40);

Ft – fator de aplicação da água em função do tratamento em decimal (valores aplicados 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,25 para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente);

Cu – coeficiente de uniformidade obtido no teste de avaliação do sistema no campo em decimal;

q_e – vazão média dos emissores $L h^{-1}$.

Os macronutrientes NPK nas formas de sulfato de amônio, fosfato de monoamônio (MAP) e sulfato de potássio, foram divididos em parcelas e diluídos em água para em seguida serem distribuídos via fertirrigação, durante todo período vegetativo da cultura (Tabela 2).

3.6.3 Controle de Ervas Daninhas e Fitossanitário

O controle das ervas daninhas foi realizado manualmente e sempre que necessário em todo o ciclo da cultura, totalizando seis capinas.

O controle fitossanitário deu-se ao aparecer dos primeiros manifestos das pragas no campo. Nos primeiros dias pós germinação foi utilizado Formicidol para controle das saúvas.

Com o aparecimento da mosca branca (*Bemisia argentifolii*) e lagarta na área experimental foram utilizados Dipel e Confidor respectivamente, para controle fitossanitário.

Tabela 2 – Quantidade de nutrientes distribuídos via fertirrigação, para a cultura da mamoneira, Pentecoste – CE, 2008

DIA	Sufato de Amônio (kg)	MAP (kg)	Sufato de Potássio (kg)
15/10/2007	0,19	0,03	0,09
17/10/2007	0,19	0,03	0,09
20/10/2007	0,19	0,03	0,09
22/10/2007	0,19	0,03	0,09
24/10/2007	0,22	0,03	0,10
27/10/2007	0,22	0,03	0,10
29/10/2007	0,71	0,10	0,32
31/10/2007	0,71	0,10	0,32
3/11/2007	0,71	0,10	0,32
5/11/2007	0,71	0,10	0,32
7/11/2007	0,71	0,10	0,32
10/11/2007	1,30	0,18	0,59
12/11/2007	1,30	0,18	0,59
14/11/2007	1,30	0,18	0,59
17/11/2007	1,30	0,18	0,59
19/11/2007	1,30	0,18	0,59
21/11/2007	1,92	0,27	0,87
24/11/2007	1,92	0,27	0,87
26/11/2007	1,81	0,25	0,82
28/11/2007	1,81	0,25	0,82
1/12/2007	1,81	0,25	0,82
3/12/2007	4,71	0,65	2,14
5/12/2007	4,71	0,65	2,14
8/12/2007	4,71	0,65	2,14
10/12/2007	4,71	0,65	2,14
12/12/2007	4,71	0,65	2,14
15/12/2007	4,71	0,65	2,14
17/12/2007	4,71	0,65	2,14
19/12/2007	4,71	0,65	2,14
22/12/2007	4,71	0,65	2,14
24/12/2007	4,71	0,65	2,14
26/12/2007	4,71	0,65	2,14
29/12/2007	4,71	0,65	2,14
31/12/2007	3,91	0,54	1,78

3.6.4 Colheita

Foram realizadas colheitas semanais durante o período de 24 de janeiro de 2008 a 29 de maio de 2008, na medida em que todos os frutos do racemo estavam secos. Colhidos em sacos plásticos e identificados, os racemos eram mantidos por uma semana em ambiente adequado para perder umidade a fim de facilitar o beneficiamento.

3.7 Características avaliadas

Após a colheita, foram avaliadas as seguintes variáveis: teores de nutrientes nas folhas e nas sementes e quantidade de nutrientes extraídas. Cada variável foi mensurada sistematicamente por experimento, tratamento, repetição e ordem de racemo.

3.7.1 Metodologia para Análise Foliar e Nutrientes Extraídos

As folhas amostradas foram identificadas, acondicionadas em sacos de papel, lavadas com água deionizada, segundo preconiza Jones Júnior et al. (1991), e secas em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C, até peso constante. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, passados em peneira de malha de 20 mesh, e acondicionadas em recipientes de polietileno (embalagens para filmes fotográficos) para as análises químicas. Em seguida elas foram submetidas à digestão nítrico-perclórica para determinar as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mg. Para a determinação do teor de N, as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica. O N foi determinado pelo método colorimétrico de Nessler, o P pelo método da redução do fosfomolibdato pela vitamina C, modificado por Malavolta (1997), e o K por fotometria de chama. O Ca, e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, e o S por turbidimetria do sulfato, conforme metodologia proposta por Malavolta (1997).

3.7.2 Metodologia para Análise das Sementes

De posse das sementes beneficiadas, foram contadas aleatoriamente cem sementes e em seguida pesadas em balança digital de precisão 0,1 g. Após pesadas, acondicionadas em sacos plásticos e identificadas, as amostras de sementes, separadas por bloco, parcelas e subparcelas, foram enviadas ao Laboratório.

3.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo, foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Quanto ao efeito significativo nos diferentes tratamentos, os dados foram submetidos à análise de regressão, buscando-se ajustar equações com significados biológicos, através do software “SAEG 9.0 – UFV”, sendo selecionado os modelos que apresentaram melhores níveis de significância e coeficiente de determinação (R^2).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos teores de nutrientes nas folhas

O resumo das análises de variância para os teores de N, P e K nas folhas podem ser observados na Tabela 3. Analisando-se os resultados constatou-se que apenas o fósforo (P) apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para lâminas de irrigação e cultivares, não havendo diferença para os demais nutrientes. A interação lâmina de irrigação x cultivar não foi significativa para nenhum dos nutrientes analisados.

Tabela 3 - Análise de variância dos teores de nutrientes nas folhas (N, P e K) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas

FV	GL	N		P		K	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	84,85800	4,9ns	0,6877777	0,95ns	56,03467	6,73ns
Lâmina	4	0,7708889	0,04ns	0,5270000	7,32*	11,26800	1,35ns
Erro A	8	17,27939		0,7200000		8,321333	
Cultivar	2	50,28067	2,19ns	0,6246667	3,56*	23,76800	2,33ns
Lâm x Cult	8	13,34456	0,58ns	0,3155000	1,80ns	10,12467	0,99ns
Resíduo	20	22,95878		0,1756667		10,20533	
Total	44			44		44	
CV (%)		25,706		11,884		10,920	
Média		18,640		3,5267		29,253	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As maiores médias foram encontradas na lâmina aplicada de 125% da ECA (913,45 mm) para as três variedades estudadas, sendo a maior média apresentada pela variedade BRS 188 Paraguaçu, conforme a Figura 4.

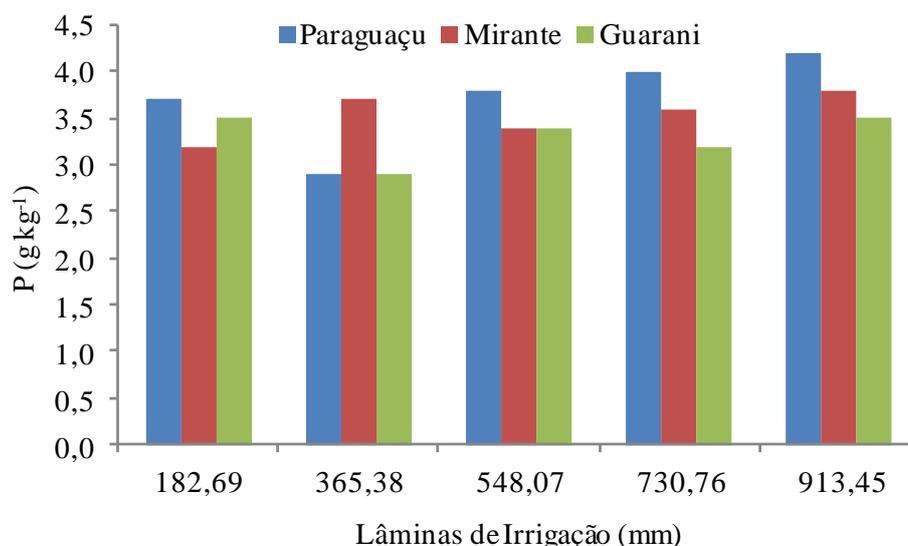


Figura 4 - Valores médios de P (g kg^{-1}) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, CE, 2008

De acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% (Tabela 4), verificou-se que apenas as cultivares IAC Guarani e BRS 188 Paraguaçu apresentaram diferença significativa, com valores médios dos teores de P nas folhas variando de 3,3 a 3,7 kg ha^{-1} , respectivamente. Silva et al. (2008) trabalhando com a adubação fosfatada na mamona, obtiveram teores de fósforo de até 7,87 kg ha^{-1} . Segundo Jeschke (1996) plantas com suprimento adequado de P apresentaram maior absorção de fósforo, devido ao aumento do estado energético do sistema radicular.

Tabela 4 - Teores médios de P (kg ha^{-1}) na folha nas cultivares estudadas. FEVC, Pentecoste, CE, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Paraguaçu	15	3,7	A
Mirante	15	3,5	A B
Guarani	15	3,3	B

Para uma análise mais criteriosa, analisou-se os teores de nutrientes em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, e verificou-se que apenas a lâmina de irrigação aplicada correspondente a 50% da ECA influenciou nos teores de fósforo.

Os valores médios de fósforo para as três cultivares estudadas, foram analisados através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 5). Constatou-se que

apenas as cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10 apresentaram diferença significativa, com valores médios variando de 2,9 a 3,73 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 5 - Teores médios de P (kg ha⁻¹) na folha em função das cultivares na lâmina de irrigação correspondente a 50% da ECA. FEVC, Pentecoste, CE, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Mirante	3	3,7	A
Guarani	3	2,9	A B
Paraguaçu	3	2,9	B

O resumo das análises de variância para o Ca, Mg e Fe podem ser observados na Tabela 6. De acordo com os resultados não foram observadas diferenças significativas para os nutrientes analisados em função das lâminas de irrigação aplicadas, das cultivares e da interação das lâminas x cultivares.

Tabela 6 - Análise de variância dos teores de nutrientes nas folhas (Ca, Mg e Fe) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, CE, 2008

FV	GL	Ca		Mg		Fe	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	48,24422	2,74 ns	0,9828889	1,58 ns	142200,3	2,65ns
Lâmina	4	26,56744	1,51 ns	0,2652222	0,43 ns	54777,50	1,02 ns
Erro A	8	17,61894	-	0,6228889	-	53587,98	-
Cultivar	2	56,14289	1,47 ns	2,334889	3,07 ns	163206,7	2,25 ns
Lâm. x Cult.	8	28,12094	0,74 ns	0,8423889	1,11 ns	54525,28	0,75 ns
Resíduo	20	38,11267	-	0,7608889	-	72665,07	-
Total	44	44	-	44	-	44	-
CV (%)		15,626		10,597		148,55	
Média		39,509		8,2311		181,47	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A Tabela 7 traz os resultados das análises de variância para os micronutrientes Cu, Zn e Mn. Apenas o Cu apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para lâmina, não havendo diferença para os demais nutrientes.

Tabela 7 - Análise de variância dos teores de nutrientes nas folhas (Cu, Zn e Mn) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, CE, 2008

FV	GL	Cu		Zn		Mn	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	3,548667	2,65ns	3996,978	2,80 ns	1620,816	8,66*
Lâmina	4	13,33144	9,95*	3996,978	2,80 ns	193,3870	1,03 ns
Erro A	8	1,339778		1426,885		187,1915	
Cultivar	2	4,288667	0,85 ns	5105,270	2,50 ns	386,6176	1,15 ns
Lâm. x Cult.	8	5,539778	1,09 ns	1554,798	0,76 ns	329,4203	0,98 ns
Resíduo	20	5,063556		2041,047		335,8718	
Total	44			44		44	
CV (%)		29,844		141,63		22,919	
Média		7,5400		31,898		79,962	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios dos teores de Cu apresentados para as cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10 ajustaram-se a uma equação polinomial. Já os valores médios dos teores de Cu apresentados para a cultivar IAC Guarani não apresentaram significância estatística em função das lâminas aplicadas como mostra a Figura 5, apresentando um coeficiente de determinação muito baixo.

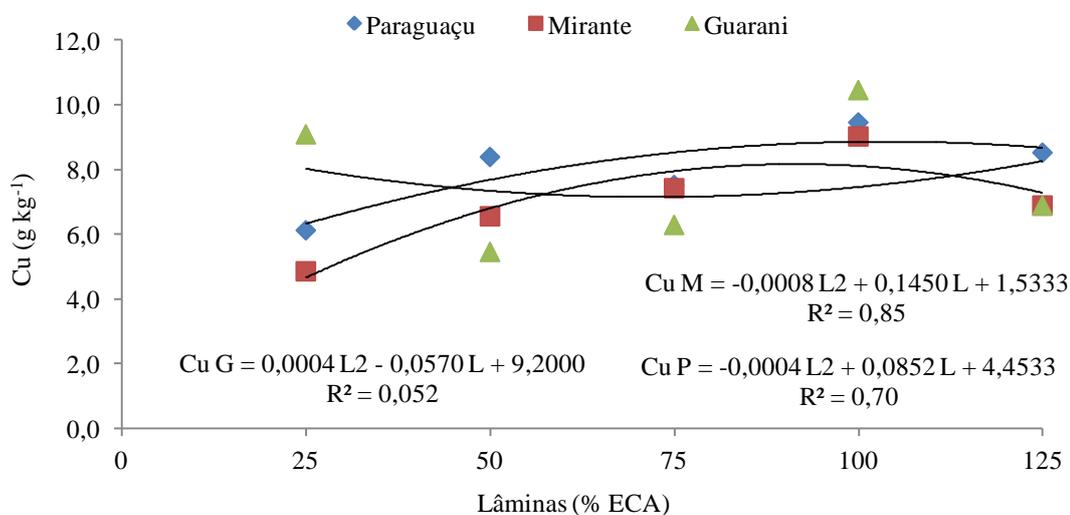


Figura 5 – Teores foliares de cobre (Cu) em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

As maiores médias para os teores de Cu foram encontradas na lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA (730,76 mm) para as três variedades estudadas, sendo a maior média apresentada pela variedade IAC Guarani com valor igual a 10,5 g ha⁻¹, seguida pela variedade BRS 188 Paraguaçu 9,5 g ha⁻¹ e Mirante 10 9,0 g ha⁻¹, conforme ilustrado na Figura 6.

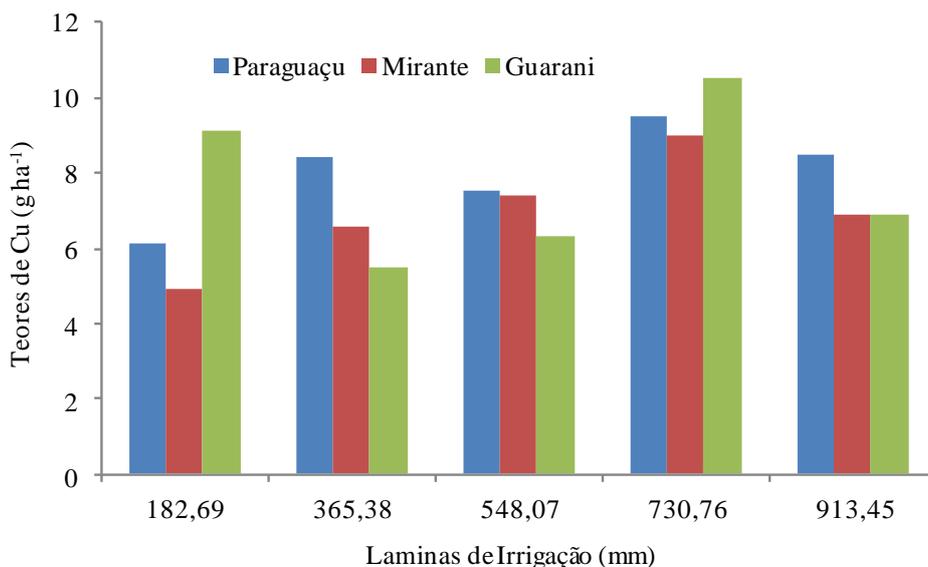


Figura 6 – Valores médios de Cu em função das lâminas de irrigação e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

4.2 Análises dos teores de nutrientes nas sementes

Na Tabela 8 está representado o resumo das análises de variância para nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas sementes. De acordo com os resultados não se verificou diferença significativa ao nível de 5% para lâminas em nenhum dos nutrientes estudados. Entretanto, as variáveis nitrogênio, fósforo e potássio apresentaram diferença significativa ao nível de 5% para as cultivares. A interação lâmina de irrigação x cultivar não foi significativa para nenhum dos nutrientes analisados. Lucena et al. (2006), ao estudarem a composição química de sementes de mamona encontraram resultados significativos apenas para o potássio.

Tabela 8 - Análise de variância dos teores de nutrientes nas sementes (N, P e K) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

FV	GL	N		P		K	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	54,75356	2,1ns	1,70667	1,23 ns	1,832000	0,65 ns
Lâmina	4	30,1811	1,0 ns	0,9735556	0,76 ns	2,056889	0,73 ns
Erro A	8	21,1161		1,279556		2,800889	
Cultivar	2	63,5622	3,8*	3,466667	3,59*	14,21067	5,89*
Lâm. x Cult.	8	20,9594	1,4 ns	1,085556	1,12 ns	3,846222	1,60 ns
Resíduo	20	16,3033		0,9661111		2,411111	
Total	44						
CV (%)		16,404		15,735		19,377	
Média		24,785		6,2467		8,0133	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para uma análise mais criteriosa, analisou-se os teores de N, P e K, em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, e verificou-se que apenas a lâmina de irrigação correspondente a 25% da ECA (182,69 mm) influenciou nos teores de N e que lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA (548,07 mm) teve efeito significativo nos teores de P e K.

Os valores médios de N para as três cultivares estudadas, foram analisados através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA. Constatou-se que apenas as cultivares Mirante 10 e IAC Guarani, apresentaram diferença significativa, com valores médios dos teores de nitrogênio nas sementes variando de 22,0 a 32,5 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 9 - Teores médios de N (kg ha⁻¹) nas sementes em função das cultivares na lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Guarani	3	32,5	A
Paraguaçu	3	26,9	A B
Mirante	3	22,0	B

A lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA (548,07 mm) influenciou os teores de P nas sementes como pode ser visto na Tabela 10. Averiguou-se que as cultivares estudadas comportaram-se na lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA para o P, igualmente na lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA (182,69 mm) para o N. A diferença foi observada entre as cultivares Mirante 10 e IAC Guarani, sendo que os valores médios dos teores de P nas sementes variaram de 5,4 a 8,0 kg ha⁻¹.

Tabela 10 - Teores médios de P (kg ha⁻¹) nas sementes em função das cultivares nas lâminas de irrigação equivalente a 75% da ECA. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Guarani	3	8,0	A
Paraguaçu	3	7,0	A B
Mirante	3	5,4	B

O teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade revelou que os teores de K foram influenciados pela lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA (548,07 mm) (Tabela 11). Da mesma forma que a cultivar IAC Guarani apresentou as maiores médias para N em 25% da ECA e para P em 75% da ECA, para o K em 75% da ECA esse comportamento se repetiu. Verificou-se que a cultivar IAC Guarani apresentou diferença em relação às demais cultivares estudadas, enquanto que as cultivares BRS Paraguaçu e Mirante 10 não diferiram estatisticamente entre si. Os valores médios dos teores de K nas sementes variaram de 6,9 a 11,3 kg ha⁻¹, para a lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA (548,07 mm) (Tabela 11). Segundo Lucena et al. (2006), o potássio, possivelmente, entra na semente no início do processo de formação, permanecendo em quantidade aproximadamente constante até a maturação. Essa característica tem grande importância sobre o manejo nutricional da cultura, pois a demanda por K é concentrada nas fases iniciais do desenvolvimento do fruto e o suprimento precisa ser adequado nesse momento exato.

Tabela 11 – Teores médios de K (kg ha⁻¹) nas sementes em função das cultivares para a lâmina de irrigação equivalente 75% da ECA. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Guarani	3	11,3	A
Paraguaçu	3	7,9	B
Mirante	3	6,9	B

De acordo com o resumo da análise de variância para Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Ferro (Fe) (Tabela 12), não foi verificada diferença significativa o nível de 5% de probabilidade para lâminas de irrigação em nenhum dos nutrientes estudados. Cálcio e ferro apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para cultivares. A interação lâmina de irrigação x cultivar não foi significativa para nenhum dos micronutrientes analisados.

Tabela 12 - Análise de variância dos teores de nutrientes nas sementes (Ca, Mg e Fe) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

FV	GL	Ca		Mg		Fe	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	190,0887	4,04*	1,297556	4,23*	232,4562	0,87ns
Lâmina	4	24,52944	0,52ns	0,994444	0,65ns	110,8374	0,42ns
Erro A	8	47,01728		0,3064444		266,0368	
Cultivar	2	222,4460	3,86*	0,3428889	0,75ns	856,1742	4,29*
Lâm. x Cult.	8	99,57711	1,73ns	0,5726111	1,26ns	88,84894	0,45ns
Resíduo	20	57,63889		0,4553333		199,5713	
Total	44						
CV (%)		24,838		9,4743		22,540	
Média		30,567		7,1222		62,676	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com a Tabela 13 foi constatado diferença estatística significativa ao nível de 5%, em se tratando do Ca para as cultivares estudadas. Analisou-se os teores de Ca em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, e conferiu-se que ele foi influenciado pelas lâminas de irrigação equivalente a 25 e 50% da ECA. Para a lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA (182,69 mm), observou-se que apenas as cultivares IAC Guarani e BRS 188 Paraguaçu apresentaram diferença significativa, sendo que, os valores médios dos teores de Ca para a lamina de irrigação equivalente a 25% da ECA (182,69 mm), variaram de 26,0 a 42,3 kg ha⁻¹.

Tabela 13 - Teores médios de Ca (kg ha^{-1}) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA			
Paraguaçu	3	42,3	A
Mirante	3	28,0	A B
Guarani	3	26,0	B
Lâmina de irrigação equivalente a 50% da ECA			
Paraguaçu	3	44,4	A
Mirante	3	27,5	B
Guarani	3	25,2	B

Para a lâmina de irrigação equivalente a 50% da ECA (365,38 mm), verificou-se que a maior média dos teores de Ca também foi apresentada pela cultivar BRS 188 Paraguaçu, a exemplo do que foi visto na lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA (182,69 mm). Na lâmina de irrigação equivalente a 50% da ECA (365,38 mm) a cultivar BRS Paraguaçu diferiu das demais ao passo que as cultivares Mirante 10 e IAC Guarani não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os valores médios dos teores de Ca nas sementes, para a lâmina de irrigação equivalente a 50% da ECA (365,38 mm) para as cultivares Guarani e Paraguaçu, variaram de 25,2 a 44,4 kg ha^{-1} (Tabela 13).

Para o micronutriente Fe, o teste de Tukey realizado ao nível de 5% de probabilidade revelou que apenas as cultivares IAC Guarani e Mirante 10 apresentaram diferença significativa. Os teores médios de Fe nas sementes variaram de 54,3 a 69,0 g ha^{-1} (Tabela 14).

Tabela 14 - Teores médios de Fe (g ha^{-1}) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Guarani	15	69,0	A
Paraguaçu	15	64,8	A B
Mirante	15	54,3	B

Analisou-se estatisticamente os teores de Fe em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, entretanto, nenhum dos tratamentos apresentou valores estatísticos significativos.

O resumo das análises de variância para Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Manganês (Mn) estão representados na Tabela 15. Verificou-se que não foi observado diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para lâminas de irrigação em nenhum dos micronutrientes estudados. Cobre e manganês apresentaram diferença significativa para cultivar. A interação lâmina de irrigação x cultivar não foi significativa para nenhum dos micronutrientes analisados.

Tabela 15 - Análise de variância dos teores de nutrientes nas sementes (Cu, Zn e Mn) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

FV	GL	Cu		Zn		Mn	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	19,82422	3,86*	178,7209	2,32ns	19,71089	3,15ns
Lâmina	4	6,373556	1,24ns	59,46078	0,77ns	4,398000	0,70ns
Erro A	8	5,133389		76,89728		6,254500	
Cultivar	2	89,80422	10,92*	251,4749	2,98ns	40,64022	7,65*
Lâm. x Cult.	8	4,239222	0,52ns	68,04044	0,81ns	5,186333	0,98ns
Resíduo	20	8,224222		84,50300		5,313444	
Total	44						
CV (%)		28,091		20,523		11,435	
Média		10,209		44,791		20,158	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Devido a significância estatística da variável cultivar, fez-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para os teores de Cu nas cultivares analisadas. De acordo com a Tabela 16, a cultivar BRS 188 Paraguaçu apresentou diferença estatística significativa em relação às cultivares IAC Guarani e Mirante 10. Os valores médios dos teores de Cu apresentaram-se entre 8,0 a 12,8 g ha⁻¹.

Tabela 16 - Teores médios de Cu (g ha^{-1}) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Paraguaçu	15	12,8	A
Guarani	15	9,8	B
Mirante	15	8,0	B

Analisou-se os teores de Cu em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, e verificou-se que o Cu foi influenciado pelas lâminas de irrigação equivalente a 75 e 100% da ECA. Para a lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA, verificou-se que apenas as cultivares BRS Paraguaçu e Mirante 10 apresentaram diferença significativa, com os valores médios dos teores de Cu nas sementes variando de 6,8 a 14,0 mg kg^{-1} (Tabela 17).

Tabela 17 - Teores médios de Cu (g ha^{-1}) nas sementes em função das cultivares (lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA). FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Paraguaçu	3	14,0	A
Guarani	3	11,6	A B
Mirante	3	6,8	B

Para a lâmina de 100% da ECA (730,76 mm), verificou-se que as cultivares Paraguaçu e Guarani não diferiram entre si, assim como não houve diferença significativa para as cultivares Guarani e Mirante. A diferença foi observada entre as cultivares Paraguaçu e Mirante, sendo que, os valores médios dos teores de Cu para o tratamento de 100% da ECA variaram de 8,4 a 14,8 g ha^{-1} (Tabela 18)

Tabela 18 - Teores médios de Cu (mg kg^{-1}) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Paraguaçu	3	14,8	A
Guarani	3	10,6	A B
Mirante	3	8,4	B

Realizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para os teores de Mn nas cultivares analisadas. De acordo com a Tabela 19 apenas as cultivares BRS 188

Paraguaçu e IAC Guarani apresentaram diferença significativa. Os valores médios dos teores de Mn variaram de 18,4 a 21,7 g ha⁻¹.

Tabela 19 - Teores médios de Mn (g ha⁻¹) nas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Paraguaçu	15	21,7	A
Mirante	15	20,4	A B
Guarani	15	18,4	B

Os teores de manganês foram influenciados pela lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA (182,69 mm). O teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade realizado para analisar os valores médios de Mn no tratamento de 25% da ECA, revelou que apenas as cultivares Mirante 10 e IAC Guarani apresentaram diferença significativa. Os valores médios variaram entre 16,5 e 21,3 g ha⁻¹ (Tabela 20).

Tabela 20 - Teores médios de Mn nas sementes em função das cultivares (lâmina de irrigação equivalente a 25% da ECA). FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Mirante	3	21,30	A
Paraguaçu	3	20,5	A B
Guarani	3	16,5	B

4.3 Análise das quantidades de nutrientes extraídas

De acordo com a Tabela 21 os macronutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) apresentaram diferença significativa ao nível de 5% para lâminas de irrigação e para as cultivares. A interação lâmina de irrigação x cultivar não foi significativa para nenhum dos nutrientes analisados.

Tabela 21 - Análise de variância das quantidades de nutrientes extraídas pelas sementes (N, P e K) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

FV	GL	N		P		K	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	67,14141	0,33ns	21,07953	2,05ns	34,87863	1,80ns
Lâmina	4	2414,418	11,99*	180,6189	17,53*	295,0841	15,27*
Erro A	8	201,3962		10,30629		19,32860	
Cultivar	2	2164,919	18,85*	108,8930	14,02*	322,9406	23,47*
Lâm. x Cult.	8	37,65577	0,33ns	8,341085	1,07ns	26,50865	1,93ns
Resíduo	20	114,8597		7,765617		13,76238	
Total	44						
CV (%)		25,172		25,672		26,275	
Média		42,577		10,855		14,119	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 7 estão os valores médios de N extraídos com as respectivas equações de ajuste.

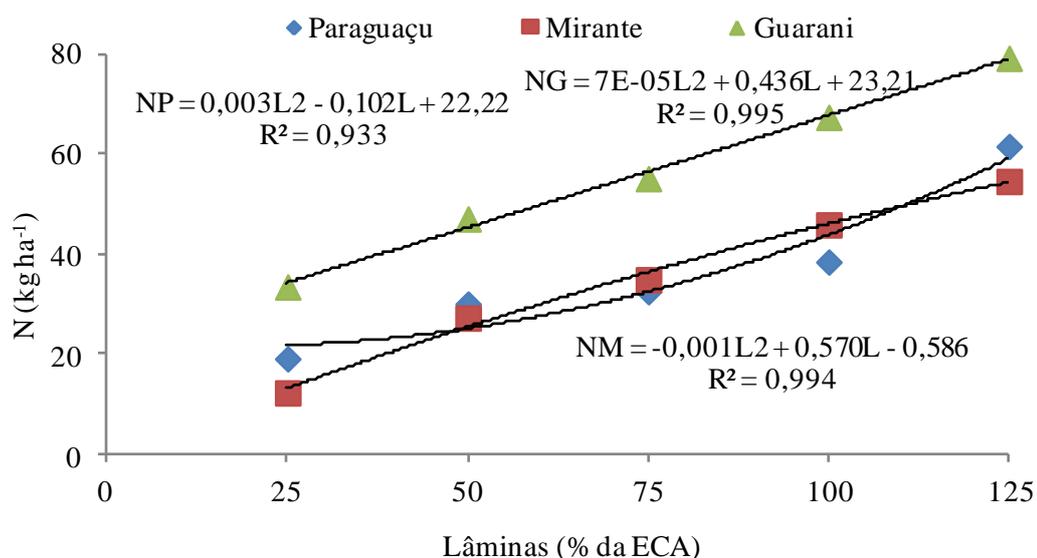


Figura 7 – Teores de Nitrogênio (N) extraído em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

As maiores médias para as quantidades de nitrogênio extraídas foram encontradas na lâmina de 125% da ECA (913,45 mm) para as três cultivares estudadas, sendo a maior média apresentada pela cultivar IAC Guarani, conforme ilustrado na Figura 8.

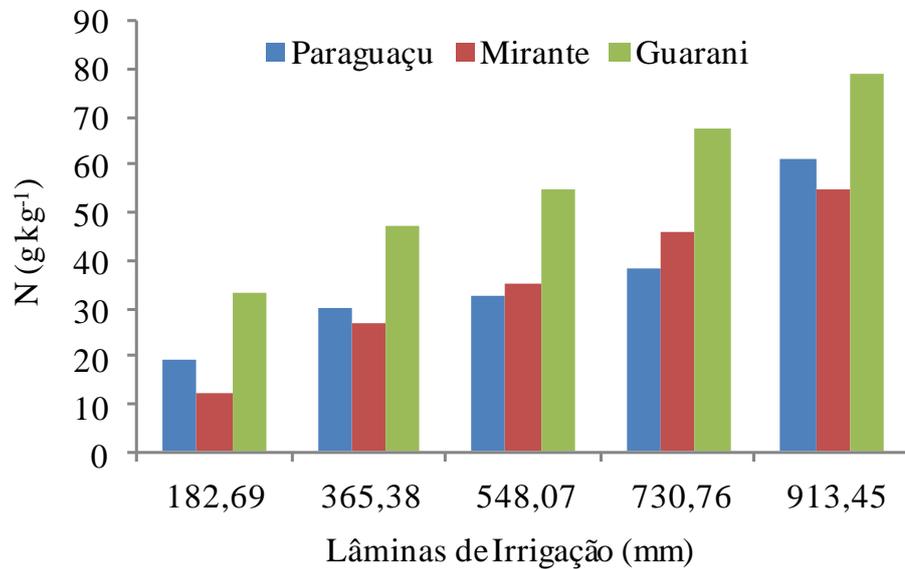


Figura 8 - Valores médios de nitrogênio (N) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

Na Figura 9 estão expostas as quantidades de P extraídas com as suas respectivas equações de ajuste para as cultivares estudadas. Nota-se que os coeficientes de determinação ficaram muito próximos um dos outros. Entretanto, a cultivar Mirante 10 apresentou o maior de todos os coeficientes de determinação $R^2 = 0,992$, seguido pela cultivar BRS 188 Paraguaçu $R^2 = 0,991$ e a cultivar IAC Guarani $R^2 = 0,906$.

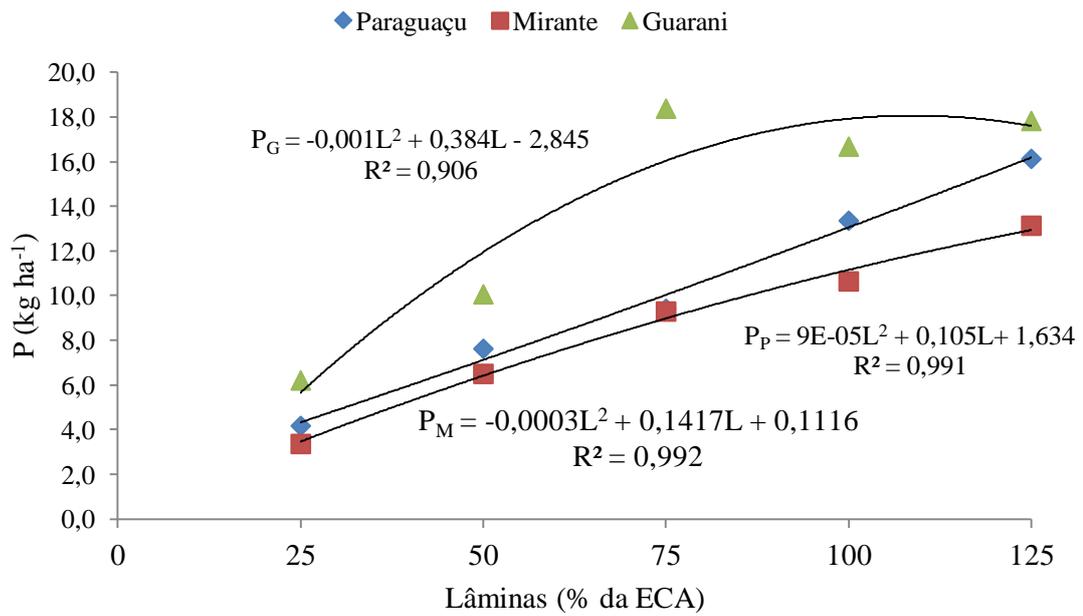


Figura 9 – Teores de fósforo (P) extraídos em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

Pode-se visualizar na Figura 10 que a maior média para quantidade de P extraída, foi encontrada na lâmina de irrigação equivalente a 75% (548,07 mm) da ECA, com a cultivar IAC Guarani apresentando um valor de 18,4 kg ha⁻¹. Já as cultivares Mirante e Paraguaçu, apresentaram seus maiores valores na lâmina de irrigação correspondente a 125% da ECA com valores de 13,1 e 16,1 kg ha⁻¹, respectivamente.

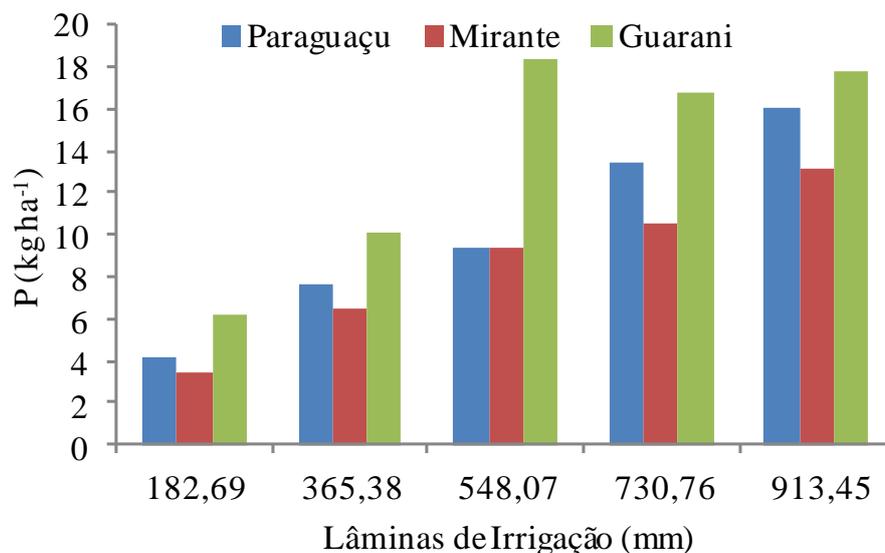


Figura 10 – Valores médios de fósforo (P) em função das lâminas de irrigação de cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

Na Figura 11 pode-se visualizar que a cultivar Paraguaçu foi a que se obteve o maior coeficiente de determinação, sendo assim a cultivar que mais extraiu K. As cultivares Guarani e Mirante obtiveram os coeficientes de determinação praticamente iguais $R^2 = 0,934$ e $0,933$, respectivamente.

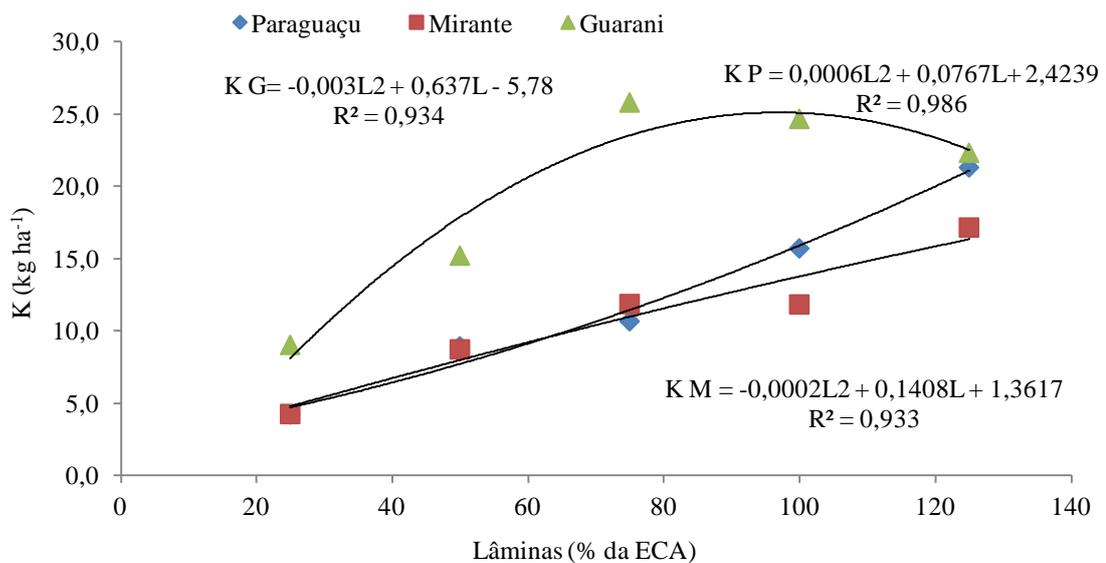


Figura 11 – Teores de Potássio (K) extraídos em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

A cultivar IAC Guarani apresentou a maior média de K extraída na lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA (548,07 mm) com um valor de $25,8 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo esta a maior média para as cultivares estudadas. Já as cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10 obtiveram as maiores médias com a lâmina de irrigação correspondente a 125% da ECA (913,45 mm) com valores de $21,3$ e $17,2 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 12).

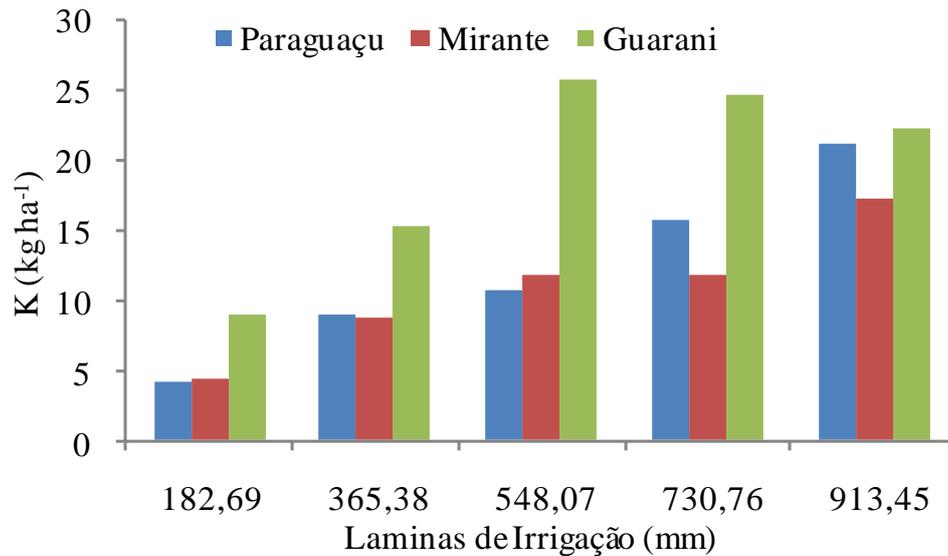


Figura 12 – Valores médios de potássio (K) em função das laminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

Analisaram-se as quantidades de nitrogênio extraídas em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, e verificou-se, através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade que as quantidades de N foram influenciadas pela lâmina de irrigação correspondente a 75, 100 e 125% da ECA (Tabela 22).

Para a lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA (548,07 mm), verificou-se que apenas as cultivares BRS 188 Paraguaçu e IAC Guarani apresentaram diferença significativa, com os valores médios variando de 32,5 a 55,1 kg ha⁻¹, respectivamente.

Na lâmina de irrigação equivalente a 100% da ECA (730,76 mm), verificou-se que apenas as cultivares BRS 188 Paraguaçu e IAC Guarani apresentaram diferença significativa. Os valores médios variaram de 38,4 a 67,3 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 22 - Quantidades médias de N (kg ha^{-1}) em função das cultivares nos tratamentos de 75, 100 e 125% da ECA. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA			
Guarani	3	55,1	A
Mirante	3	34,9	A B
Paraguaçu	3	32,5	B
Lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA			
Guarani	3	67,3	A
Mirante	3	45,8	A B
Paraguaçu	3	38,4	B
Lâmina de irrigação correspondente a 125% da ECA			
Guarani	3	79,1	A
Paraguaçu	3	61,5	A B
Mirante	3	54,5	B

Já para a lâmina de irrigação de 913,45 mm correspondendo ao tratamento de 125% da ECA, constatou-se que apenas as cultivares Mirante 10 e IAC Guarani apresentaram diferença significativa. Os valores médios das quantidades de nitrogênio extraído variaram entre 54,5 e 79,1 kg ha^{-1} , respectivamente.

As quantidades de P extraídas pelas sementes foram analisadas em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, verificando-se, através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, que as quantidades de P foram influenciadas pela lâmina de irrigação correspondente a 75 e 100% da ECA (Tabelas 23).

Tabela 23 - Quantidades médias de P (kg ha⁻¹) extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA			
Guarani	3	18,4	A
Paraguaçu	3	9,4	B
Mirante	3	9,3	B
Lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA			
Guarani	3	16,7	A
Paraguaçu	3	13,4	A B
Mirante	3	10,6	B

Para a lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA (548,07 mm), verificou-se que a cultivar IAC Guarani apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade em relação as cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10. Não houve diferença significativa entre as outras duas. Os valores médios das quantidades de fósforo extraídas para a lamina de 75% da ECA (548,07 mm), variaram de 9,3 a 18,4 kg ha⁻¹.

Para a lâmina de 100% da ECA, apenas as cultivares IAC Guarani e Mirante 10 apresentaram diferença significativa. Os valores médios das quantidades de P extraídos variaram entre 10,6 e 16,7 kg ha⁻¹.

Com relação as quantidades de potássio extraídas em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, verificou-se, através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, que as mesmas foram influenciados pelas lâminas de 75 e 100% da ECA (Tabela 24).

Para a lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA (548,07 mm), verificou-se que a cultivar IAC Guarani apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade em relação às cultivares Mirante 10 e BRS 188 Paraguaçu. Não houve diferença significativa entre as duas últimas. Os valores médios das quantidades de potássio extraídos variaram de 10,7 a 25,8 kg ha⁻¹.

Tabela 24 - Quantidades médias de K (kg ha⁻¹) extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA			
Guarani	3	25,8	A
Mirante	3	11,8	B
Paraguaçu	3	10,7	B
Lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA			
Guarani	3	24,7	A
Paraguaçu	3	15,7	B
Mirante	3	11,8	B

Já para a lâmina de 100% da ECA (730,76 mm) verificou-se que a cultivar IAC Guarani apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade em ralação as cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10. Não houve diferença significativa entre as duas últimas. Os valores médios das quantidades de K extraídos variaram de 11,8 a 24,7 kg ha⁻¹.

O resumo das análises de variância para Ca, Mg e Fe apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para as lâminas de irrigação e para as cultivares. A interação lâmina de irrigação x cultivar foi significativa ao nível de 5% apenas para o Ca.

Tabela 25 - Análise de variância das quantidades de nutrientes extraídas (Ca, Mg e Fe) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

FV	GL	Ca		Mg		Fe	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	34,70950	0,33ns	9,149841	1,66ns	1930,979	3,80*
Lâmina	4	3158,262	29,88*	233,6108	42,35*	13355,70	26,30*
Erro A	8	105,7152		5,516639		507,7287	
Cultivar	2	1473,736	17,39*	103,6767	17,72*	17911,66	16,94*
Lâm. x Cult.	8	211,4267	2,50*	7,890913	1,35ns	536,5818	0,51ns
Resíduo	20	84,73482		5,849974		1057,433	
Total	44						
CV (%)		18,052		19,660		30,252	
Média		50,991		12,302		107,49	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A Figura 13 mostra as equações com seus respectivos coeficientes de determinação dos valores médios de Ca extraídos nas cultivares estudadas. Nota-se, que para a cultivar Mirante 10 a equação polinomial quadrática foi a que melhor se ajustou aos dados analisados com $R^2 = 0,994$.

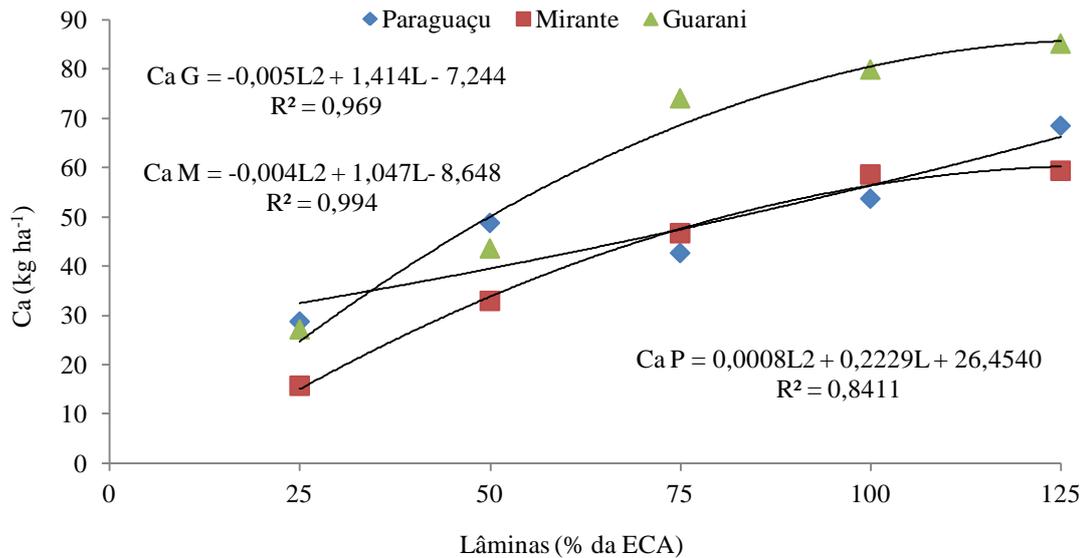


Figura 13 – Teores de Cálcio (Ca) extraídos em função das lâminas de irrigação, FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

As maiores médias para as quantidades de Ca extraídas foram encontradas na lâmina de irrigação equivalente a 125% da ECA (913,45 mm) para as três cultivares estudadas, sendo a maior média apresentada pela cultivar IAC Guarani com valor de 85,1 kg ha⁻¹ (Figura 14).

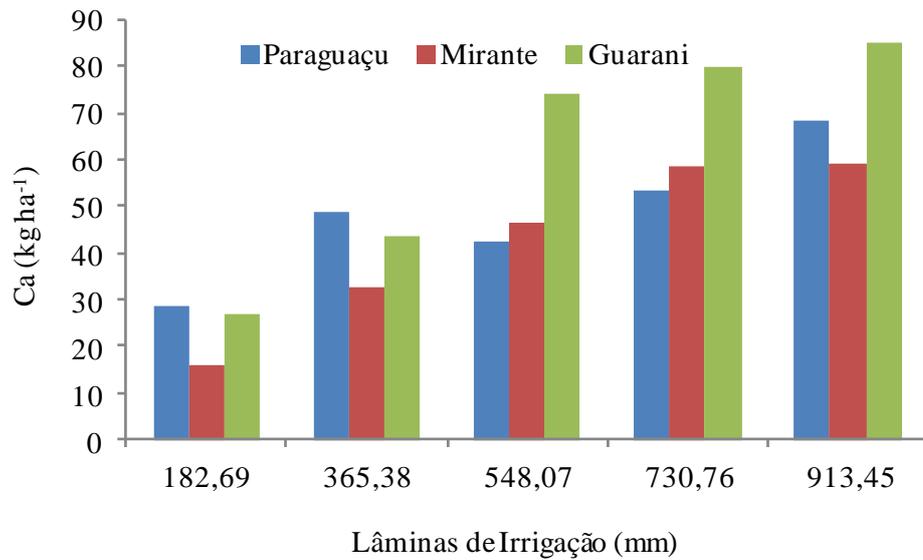


Figura 14 – Valores médios de Cálcio (Ca) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

Na Figura 15 visualizam-se as equações obtidas através dos valores médios de Mg extraídos nas cultivares estudadas. A cultivar BRS 188 Paraguaçu foi que teve a melhor equação de ajuste, sendo a polinomial quadrática a que melhor se ajustou aos dados analisados, seguido pelo cultivar IAC Guarani com valores bem aproximados.

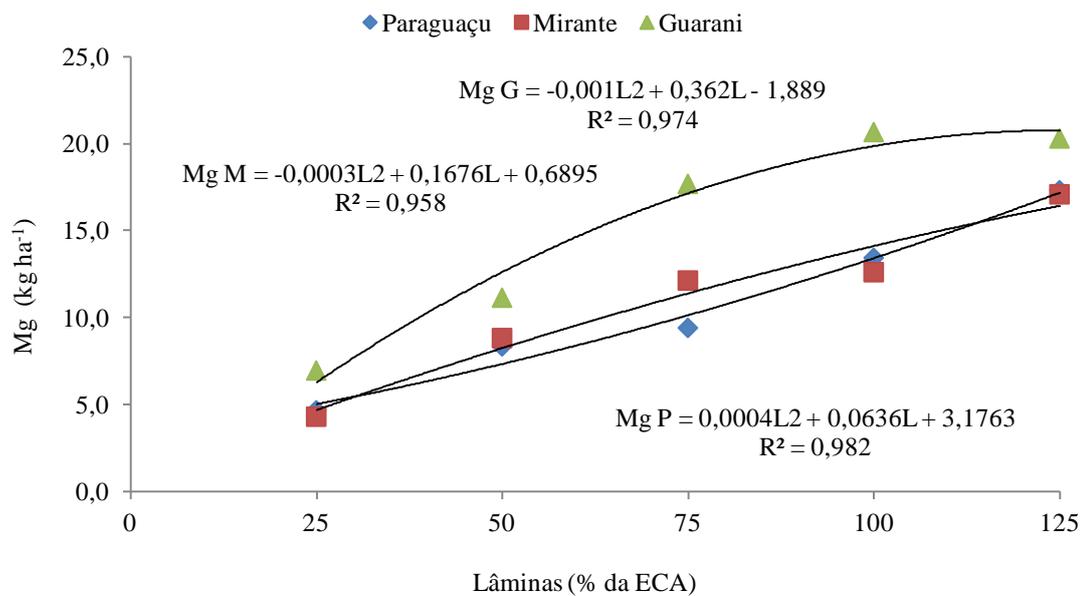


Figura 15 – Teores de Magnésio (Mg) extraídas em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

As maiores médias para as quantidades de Mg extraídas foram encontradas na lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA (730,76 mm) e 125% da ECA (913,45 mm) para as cultivares IAC Guarani (20,7 kg ha⁻¹) e BRS 188 Paraguaçu (17,3 kg ha⁻¹), respectivamente (Figura 16).

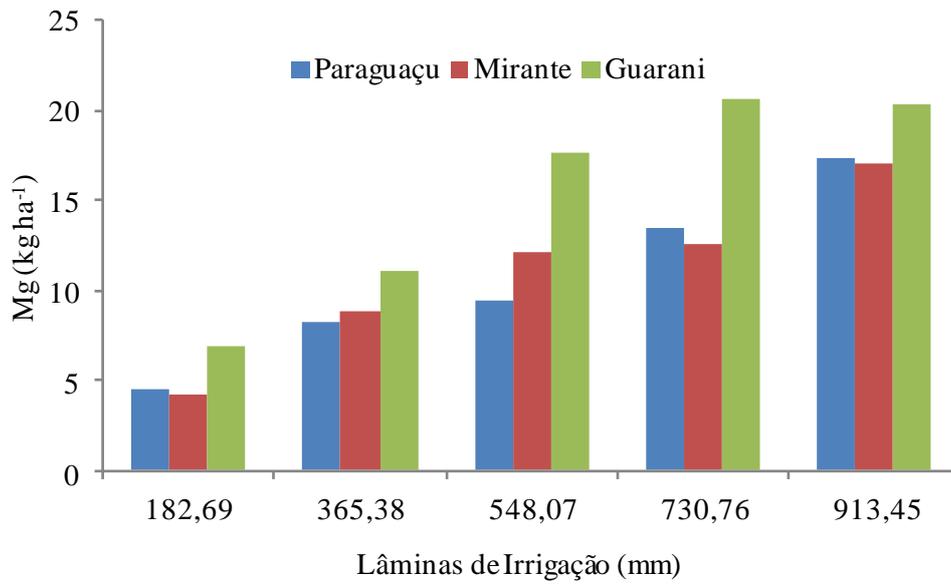


Figura 16 – Valores médios de Magnésio (Mg) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

De acordo com a Figura 17 pode-se notar que não houve muita diferença entre os coeficientes de determinação das cultivares analisadas, sendo a cultivar Mirante 10 a que obteve o maior coeficiente de determinação no tocante aos valores médios de ferro extraídos.

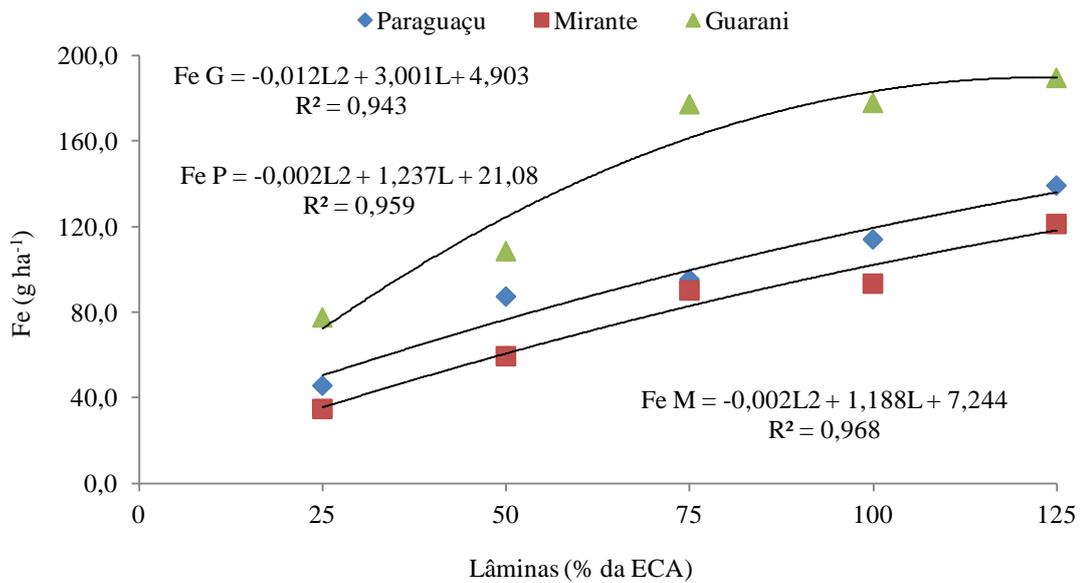


Figura 17 – Teores de Ferro (Fe) extraídos em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

As maiores médias para as quantidades de ferro extraídas foram encontradas na lâmina de irrigação correspondente a 125% da ECA (913,45 mm) para as cultivares estudadas, conforme pode ser ilustrado na Figura 18. Percebe-se que os valores médios de ferro apresentaram uma tendência crescente à proporção que a lâmina de irrigação aumentava.

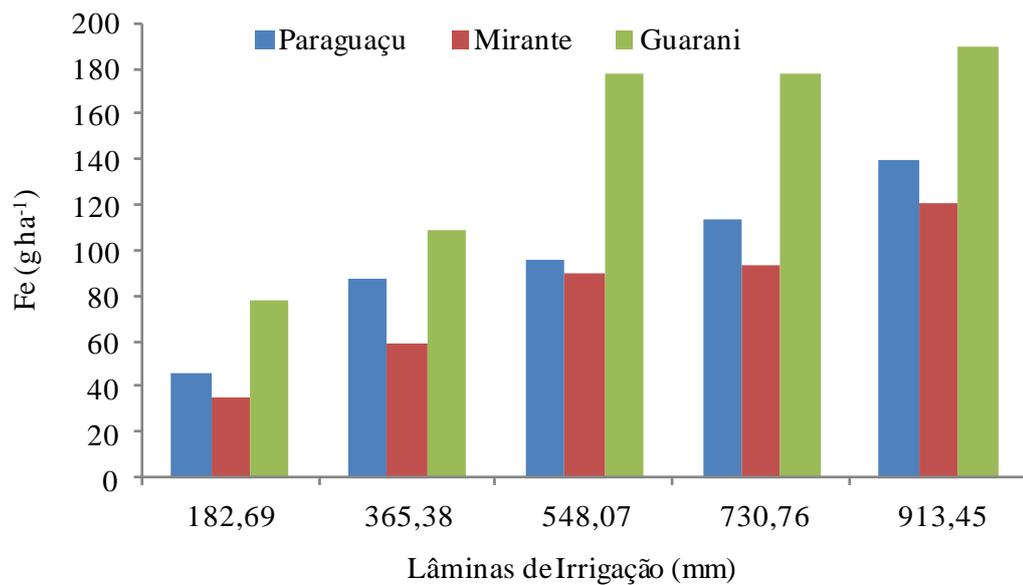


Figura 18 - Valores médios de ferro (Fe) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

Em se tratando das cultivares, analisaram-se as quantidades de cálcio extraídas em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, verificando-se, através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, que as quantidades de cálcio foram influenciadas pelas lâminas de irrigação equivalentes a 75% e 100% da ECA (Tabela 26).

Para a lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA (548,07 mm), verificou-se que a cultivar IAC Guarani diferiu estatisticamente das demais e que não houve diferença significativa entre as cultivares Mirante 10 e BRS 188 Paraguaçu. Os valores médios das quantidades de cálcio extraídas variaram de 42,6 a 74 kg ha⁻¹.

Tabela 26 - Quantidades médias de cálcio extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA			
Guarani	3	74,0	A
Mirante	3	46,6	B
Paraguaçu	3	42,6	B
Lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA			
Guarani	3	79,8	A
Mirante	3	58,5	B
Paraguaçu	3	53,6	B

O mesmo comportamento foi observado em relação a lâmina equivalente a 100% da ECA (730,76 mm), sendo que os valores médios das quantidades de cálcio extraídas pelas sementes variaram de 53,6 a 79,8 kg ha⁻¹.

O teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade foi realizado para o magnésio, em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, revelando que as quantidades desse nutriente foram influenciadas pelas lâminas de 75% e 100% da ECA (Tabela 27).

Verificou-se que a cultivar IAC Guarani diferiu estatisticamente das cultivares Mirante 10 e BRS 188 Paraguaçu nos tratamentos de 75% e 100% da ECA, não havendo diferença significativa entre as cultivares Mirante 10 e BRS 188 Paraguaçu.

Tabela 27 - Quantidades médias de magnésio extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA			
Guarani	3	17,6713	A
Mirante	3	12,1071	B
Paraguaçu	3	9,3810	B
Lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA			
Guarani	3	20,6526	A
Paraguaçu	3	13,4120	B
Mirante	3	12,5877	B

O teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade foi realizado para o ferro, em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, revelando que as quantidades desse nutriente foram influenciadas pelas lâminas de 75, 100 e 125% da ECA (Tabela 28).

Para a lâmina de irrigação equivalente 75% da ECA observou-se que a cultivar IAC Guarani diferiu estatisticamente das cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10, não havendo diferença significativa entre as duas últimas. Os valores médios das quantidades de ferro extraídas variaram de 90,2 a 177,3 kg ha⁻¹.

Tabela 28 - Quantidades médias de ferro extraídas em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA			
Guarani	3	177,3	A
Paraguaçu	3	95,4	B
Mirante	3	90,2	B
Lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA			
Guarani	3	177,9	A
Paraguaçu	3	114,1	A B
Mirante	3	93,4	B
Lâmina de irrigação correspondente a 125% da ECA			
Guarani	3	189,6	A
Paraguaçu	3	139,3	A B
Mirante	3	121,3	B

Já para as lâminas de irrigação equivalentes a 100 e 125% da ECA, verificou-se que apenas as cultivares IAC Guarani e Mirante 10 apresentaram diferença significativa.

O resumo das análises de variância para CU, Zn e Mn extraídos estão apresentados na Tabela 29. Cobre, zinco e manganês apresentaram diferença significativa ao nível de 5% para lâminas de irrigação e para as cultivares. A interação lâmina de irrigação e cultivar não foi significativa para nenhuma das cultivares estudadas.

Tabela 29 - Análise de variância das quantidades de nutrientes extraídas (cobre, zinco e manganês) em função das lâminas de irrigação e das cultivares analisadas. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

FV	GL	Cu		Zn		Mn	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	108,9661	3,73*	999,8653	1,78	9,540956	0,21
Lâmina	4	540,0722	18,50*	8.816,522	15,67*	1.626,320	35,53*
Erro A	8	29,19182		562,6028		45,77116	
Cultivar	2	391,7808	11,05*	6489,058	13,33*	426,2787	11,07*
Lâm. x Cult.	8	24,63825	0,69ns	451,8521	0,93ns	51,25866	1,33ns
Resíduo	20	35,46243		486,8055		38,50129	
Total	44						
CV (%)		33,521		28,471		18,146	
Média		17,765		77,494		34,195	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Através da Figura 19 pode-se visualizar as equações de ajuste para os valores médios de cobre extraídos pelas sementes nas três cultivares estudadas.

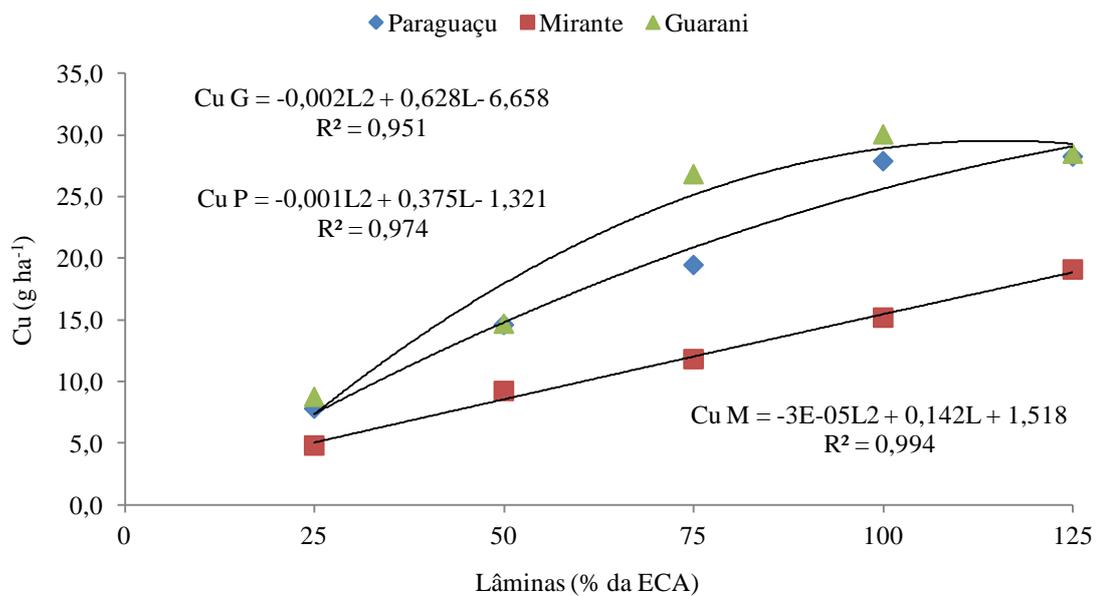


Figura 19 – Quantidades de cobre (Cu) extraídas em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

As maiores médias para as quantidades de cobre extraídas foram encontradas na lâmina de irrigação equivalente a 125% da ECA (913,45 mm) para as cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10. Já a cultivar IAC Guarani apresentou a maior média na lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA (730,76 mm) como mostra a Figura 20.

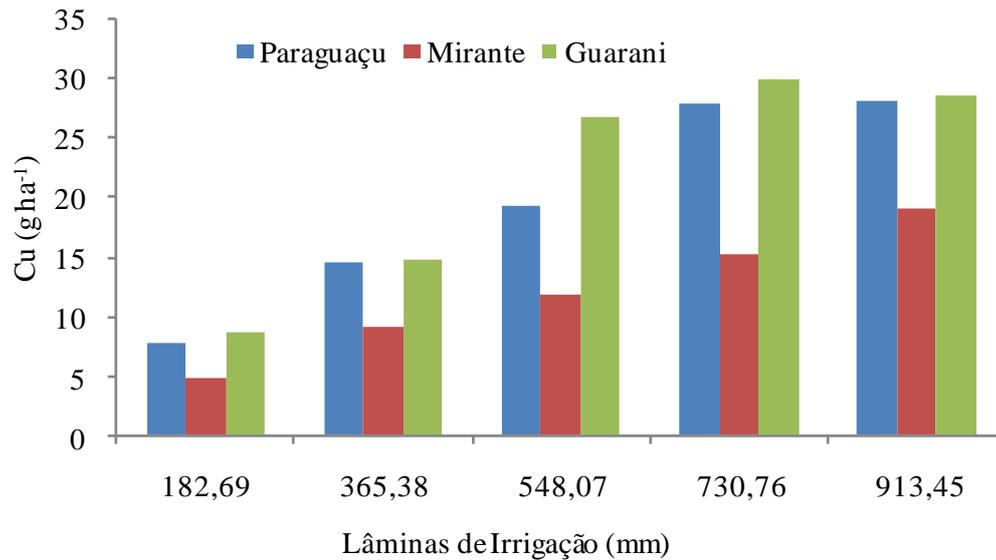


Figura 20 - Valores médios de cobre (Cu) em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

Na Figura 21 podem-se visualizar as equações provenientes dos valores médios de zinco extraídos nas três cultivares estudadas com seus respectivos coeficientes de determinação no qual as cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10 apresentaram coeficientes de determinação bem próximos.

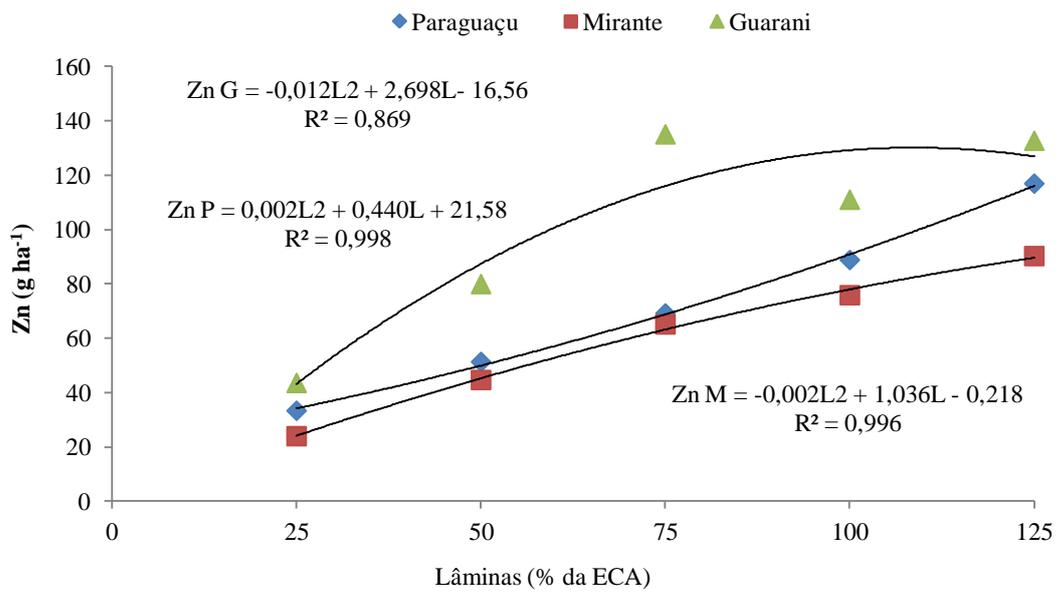


Figura 21 – Quantidades de zinco extraídas pelas sementes em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

As maiores médias para as quantidades de zinco extraídas foram encontradas na lâmina de 125% da ECA para as cultivares BR 188 Paraguaçu e Mirante 10. A Cultivar IAC Guarani apresentou maior média na lâmina de 75% da ECA, sendo esta a maior média das quantidades de zinco extraídas, conforme ilustra a Figura 22.

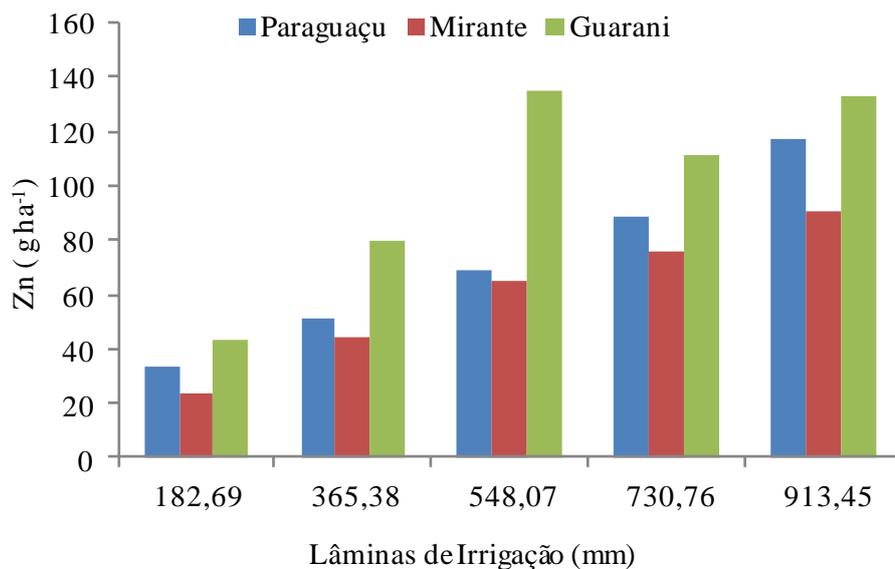


Figura 22 - Valores médios de zinco em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

As equações provenientes dos valores médios de manganês extraídas são vistas na figura 23. Observa-se que os valores dos coeficientes de determinação apresentaram-se muito próximos, sendo que as cultivares IAC Guarani e Mirante 10 ficaram praticamente iguais e a equação que se ajustou a todas elas foi a polinomial quadrática.

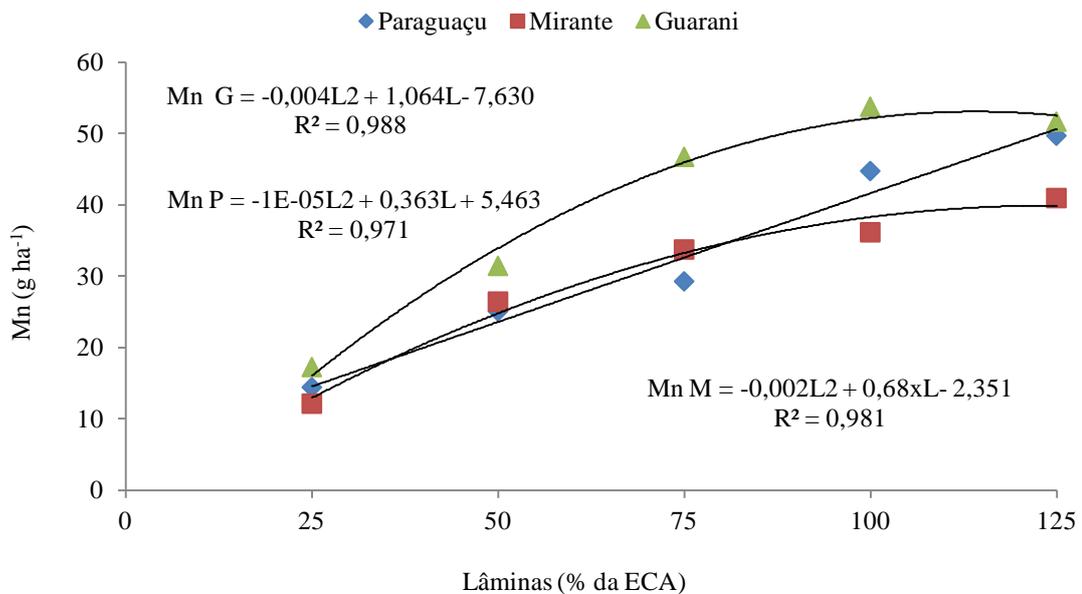


Figura 23 – Quantidades de manganês (Mn) extraídas pelas sementes em função das lâminas de irrigação. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

As maiores médias para as quantidades de manganês extraídas foram encontradas na lâmina de irrigação equivalente a 125% da ECA para as cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10. Para a cultivar IAC Guarani a maior média dos valores de Mn extraídos foram encontrados na lâmina de irrigação equivalente 100% da ECA, sendo esta a maior média apresentada dentre as cultivares estudadas, conforme ilustra a Figura 24.

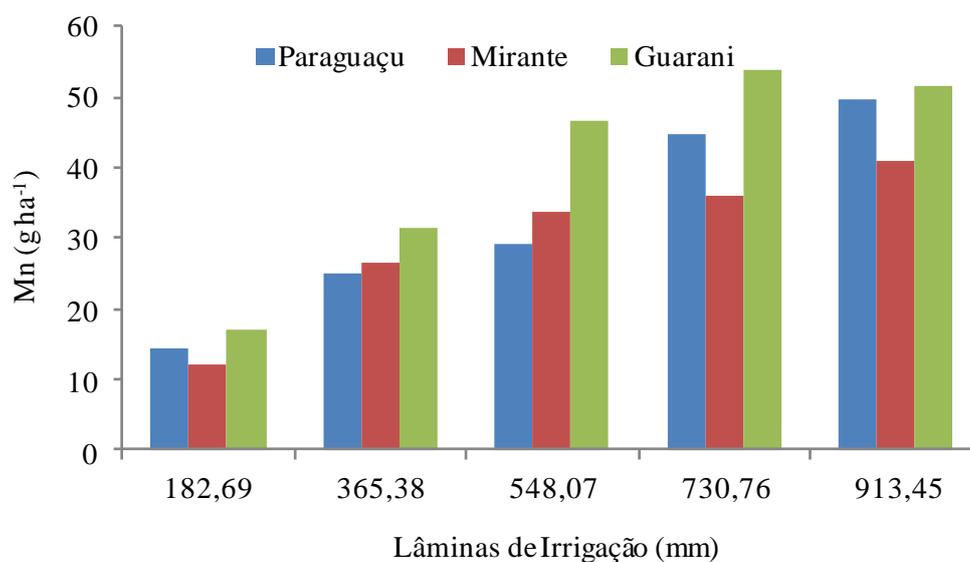


Figura 24 - Valores médios de manganês em função das lâminas e cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008.

Em se tratando das cultivares, analisou-se as quantidades de cobre extraídas pelas sementes em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, e verificou-se, através do teste de Tukey ao nível de 5%, que as quantidades de cobre foram influenciadas pelas lâminas de irrigação equivalentes a 75 e 100% da ECA (Tabela 30).

Para a lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA, verificou-se que apenas as cultivares IAC Guarani e Mirante 10 apresentaram diferença significativa. Os valores médios das quantidades de cobre extraídas variaram entre 11,8 e 26,7 g ha⁻¹.

Tabela 30 - Quantidades médias de cobre extraídas pelas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA			
Guarani	3	26,7	A
Paraguaçu	3	19,4	A B
Mirante	3	11,8	B
Lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA			
Guarani	3	30,0	A
Paraguaçu	3	27,8	A
Mirante	3	15,1	B

Já para a lâmina de irrigação equivalente a 100% da ECA, não houve diferença estatística entre as cultivares IAC Guarani e BRS 188 Paraguaçu, entretanto, verificou-se diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade entre elas e a cultivar Mirante 10. Os valores médios das quantidades de cobre extraídas variaram de 15,1 a 30,0 g ha⁻¹.

As quantidades de zinco extraídas também foram analisadas em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares e verificou-se, através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, que as quantidades de zinco foram influenciadas pela lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA (Tabela 31).

Tabela 31 - Quantidades médias de zinco extraídas pelas sementes em função das cultivares (lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA). FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Guarani	3	135,1	A
Paraguaçu	3	69,2	B
Mirante	3	65,1	B

Verificou-se que a cultivar IAC Guarani diferiu estatisticamente das cultivares BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10. Não foi observada nenhuma diferença entre as duas últimas. Os valores médios das quantidades de zinco extraídas variaram de 65,1 a 135,1 g ha⁻¹.

Para as quantidades de magnésio extraídas em cada lâmina de irrigação para cada uma das cultivares, verificou-se, através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, que as quantidades extraídas foram influenciadas pela lâmina de irrigação equivalente a 75 e 100% da ECA (Tabela 32).

Para a lâmina de irrigação equivalente a 75% da ECA, verificou-se que a cultivar IAC Guarani diferiu estatisticamente das cultivares Mirante 10 e BRS 188 Paraguaçu. Os valores médios das quantidades de magnésio extraídas pelas sementes variaram de 29,3 a 46,7 g ha⁻¹.

Tabela 32 - Quantidades médias de magnésio extraídas pelas sementes em função das cultivares. FEVC, Pentecoste, Ceará, 2008

Cultivar	Dados	Médias	Comparações
Lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA			
Guarani	3	46,7	A
Mirante	3	33,7	B
Paraguaçu	3	29,2	B
Lâmina de irrigação correspondente a 100% da ECA			
Guarani	3	53,7	A
Paraguaçu	3	44,7	A B
Mirante	3	36,1	B

Para a lâmina de 100% da ECA, verificou-se que apenas as cultivares IAC Guarani e Mirante 10 apresentaram diferença significativa. Os valores médios das quantidades de magnésio extraídas variaram de 36,1 a 53,7 g ha⁻¹.

5 CONCLUSÕES

Para os teores foliares apenas o fósforo e o cobre sofreram influencia significativa ao nível de 5% de probabilidade para as lâminas de irrigação. As maiores médias dos teores de fósforo foram encontradas na lâmina de irrigação equivalente a 125% da ECA. A maior média foi apresentada pela cultivar BRS 188 Paraguaçu ($4,2 \text{ kg ha}^{-1}$). Para o cobre, as maiores médias dos teores foram apresentadas na lâmina de irrigação equivalente a 100% da ECA, sendo a maior média encontrada ($10,5 \text{ g ha}^{-1}$) para a cultivar IAC Guarani.

Para os teores de nutrientes nas sementes a cultivar influenciou ao nível de 5% de probabilidade os teores de N, P, K, Ca, Fe, Cu e Mg. A maior média para o nitrogênio foi apresentada pela cultivar IAC Guarani ($32,4 \text{ kg ha}^{-1}$). A maior média de fósforo foi apresentada pela cultivar BRS 188 Paraguaçu ($6,6 \text{ kg ha}^{-1}$). Para o potássio, a maior média foi apresentada pela cultivar IAC Guarani ($9,1 \text{ kg ha}^{-1}$). Para o Cálcio, a maior média foi apresentada pela cultivar BRS 188 Paraguaçu ($35,0 \text{ g Kg}^{-1}$). Para o ferro, a maior média foi apresentada pela cultivar IAC Guarani ($68,9 \text{ g ha}^{-1}$). Para o cobre, a maior média foi encontrada na cultivar BRS 188 Paraguaçu ($12,8 \text{ g ha}^{-1}$) e finalmente o manganês apresentou a maior média para a cultivar BRS 188 Paraguaçu ($21,7 \text{ g ha}^{-1}$).

Em se tratando das quantidades de nutrientes extraídas, os resultados revelaram que todos os nutrientes foram influenciados ao nível de 5% de probabilidade para lâmina de irrigação e para cultivar. Os maiores valores médios de nutrientes extraídos foram encontrados nas maiores lâminas de irrigação (100 e 125% da ECA). As maiores médias de extração foram lideradas pela cultivar IAC Guarani. Os valores de extração ajustaram-se uma equação polinomial.

REFERÊNCIAS

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

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: Informação Tecnológica, 2001. p. 63-76.

ARAÚJO, L. C. **Influencia da disponibilidade de água no desenvolvimento de plantas de capim-marandu e milho – cultivo solteiro e consorciado**. 2008. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

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

AZEVEDO, J. H. O. de. **Resposta de Dois Cultivares de Banana (Musa sP) a Quatro Lâminas de Irrigação no Município de Pentecoste – CE**. 2004. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

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

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância de seu cultivo no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, n. 31, p. 7. 1999.

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. Z.; SANTOS, J. W.; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de; QUEIROZ, U. C. de. Fisiologia da Mamoneira, Cultivar BRS 149 Nordestina na Fase Inicial de Crescimento, Submetida a Estresse Hídrico **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, , v. 7, n. 1, p. 659-664, 2003.

BENHOUDAIN, M. H.; MILLS, T. M. Deficit Irrigation in Deciduous Orchards. **Horticultural Reviews**, v. 21. p. 105 – 131, 1997

CARVALHO, B. C. L. **Manual do Cultivo da Mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65p.

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

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**, v. 37, n. 2, p. 200-207, 2006

DIAS, J. M.; SILVA, S. M. S.; GONDIM, T. M. de S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; BEZERRA, J. R. C.; VASCONCELOS, R. A. de. Efeitos de Diferentes Quantidades de Água de Irrigação e de Densidades Populacionais na Cultura da Mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

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

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 jun. 2006.

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

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <www.sidra.ibge.br/home>. Acesso em: 25 jan. 2005.

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

JESCHKE, W. D.; PEUKE, A.; KIRKBY, E. A.; PATE, J. S.; HARTUNG, W. Effects of P deficiency on the uptake, flows and utilization of C, N and H₂O within intact plants of *Ricinus communis* L. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, n. 304, p. 1737-1754, 1996.

LACERDA, R. D.; GUERRA, H. O. C.; JUNIOR, G. B.; BARROS, A. D. Taxas de Crescimento da Mamoneira Submetida a Diferentes Níveis de Matéria Orgânica e Água Disponível no Solo. **Anais... XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Bonito - MS, 30-7 a 2-8-2007.

LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C.; SOREANO, M. C. M.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 1, p. 61-67, 2005

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

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

LECOEUR, J.; SINCLAIR, R.T. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. **Crop Science, Madison**, v. 36, p. 331-335, 1996.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

LUCENA, A. M. A.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; FREIRE, M. A. O.; DANTAS NETO, J. **Composição química de sementes de mamona separadas em classes pela cor do tegumento**. II Congresso Brasileiro de Mamona. 2006.

Maggio, M. A. **Acúmulo de Massa Seca e Extração de Nutrientes por Plantas de Milho Doce Híbrido “Tropical”** 2006. 47f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - IAC, Campinas, 2006.

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

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

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. **Influência dos fatores climáticos na produção.** In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1987. p.71-100.

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**, v. 20, n. 2, p. 183-194, 2002.

VIEIRA, R. M.; LIMA, E, F. **Importância Sócio-Econômica e Melhoramento Genético da Mamoneira no Brasil. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro.** Disponível em: < www.cpatsa.embrapa.br>. Acesso em: 20 jul. 2008.

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

SANTOS, R. F., CARLESSO, R. Déficit Hídrico e os Processos Morfológico e Fisiológico das Plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SAVY FILHO, A.; BANZATO, N. V.; BARBOZA, M. Z.; MIGUEL, A. M. R. O.; DAVI, L. O. de C.; RIBEIRO, F. M. Mamona. In: COORDENADORIA DE ASSISTENCIA TÉCNICA INTEGRAL (CATI). **Oleaginosas no estado de São Paulo: análise e diagnóstico.** Campinas: CATI (Documento Técnico 107) 1999. 39p.

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

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

SILVA, S, M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L.; SANTOS, I. S. Fitomassa da Mamoneira Irrigada com Águas de Diferentes Salinidades. **Anais...** I Congresso Brasileiro de Mamona: Energia e Sustentabilidade. 23 a 26 de novembro de 2004. Campina Grande – PB

SILVA, D. F.; ARAUJO, J. H; TRINDADE, R. C. P.; OLIVEIRA, M. W.; COSTA J. P. V.; CALHEIROS, A. S. **Estado nutricional e acúmulo de nutrientes em mamoneira submetidas a diferentes doses de fosforo.** III Congresso Brasileiro de Energia e Ricinoquímica. 2008.

SOUSA, A. E. C. **Níveis de Água e Adubação Potássica no Meloeiro**. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SOUZA, A. S. **Manejo Cultural da Mamoneira: Época de Plantio, Irrigação, Espaçamento e Competição de Cultivares**. 2007. 212f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E. R. Santarém et. al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

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

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

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**. 2001. 123f. Tese (Livre docência) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.