

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE SOLOS CULTIVADOS COM
JOJOBA (*Simmondsia chinensis* (Link) Scheneider)
E EFEITOS DE DEFICIÊNCIA EM MACRONUTRIENTES.

RIDVAN NUNES FERNANDES

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1984

Esta Dissertação foi apresentada como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Ridvan Nunes Fernandes

DISSERTAÇÃO APROVADA EM

Prof. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez
- Orientador -

Prof. Raimundo Gladstone Monte Aragão

Prof. Mardônio Aguiar Coelho

Prof. José Nelson Espíndola Frota

À memória de meu PAI

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À minha MÃE, pelo amor e força espiritual.

A EMPRESA MARANHENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMAPA) pela oportunidade concedida para a realização do Mestrado.

Ao Professor VISITANTE FERNANDO FELIPE FERREYRA HERNANDEZ, pela orientação e amizade.

Ao Professor MARDÔNIO AGUIAR COELHO, Coordenador do Curso, pela amizade e confiança dispensada.

Ao Professor ELDER GURGEL SOUZA MOREIRA, Chefe do Departamento de Ciências do Solo, pelo incentivo e amizade.

Ao Professor RAIMUNDO GLADSTONE MONTE ARAGÃO, pela ajuda e orientação.

Ao CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Dr. HONORATO LEITE FERNANDES, pela amizade e co laboração.

Ao Professor LUIZ CARLOS PEREIRA LEMOS, pela acolhida e amizade.

À IVANILDE, pelo sacrifício, compreensão e ajuda.

Aos colegas de Curso, pelo excelente convívio e aos funcionários do Departamento, pela presteza e servidão, em particular à ANTONIO LUIZ DE OLIVEIRA pela colaboração nos trabalhos de laboratório.

À Bibliotecária ROSEANA pelo suporte bibliográfico e a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

<u>LISTA DE TABELAS</u>	
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	
<u>RESUMO</u>	
<u>ABSTRACT</u>	
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>A Cultura da Jojoba</u>	3
2.1.1 - Características.....	3
2.1.2 - Distribuição.....	4
2.1.2.1 - Clima.....	5
2.1.2.2 - Solos.....	6
2.1.3 - Importância.....	7
2.2 - <u>Métodos de Determinação de Deficiência Mineral nas Plantas</u>	9
2.2.1 - Análise da Planta.....	10
2.2.2 - Ensaio de Campo.....	10
2.2.3 - Análise do Solo.....	11
2.2.4 - Método Visual de Deficiência.....	12
2.2.5 - Método de Pulverização.....	12

3	-	<u>MATERIAIS E MÉTODOS</u>	14
3.1	-	<u>Caracterização dos Solos</u>	14
3.1.1	-	Área de Estudo.....	14
3.1.1.1	-	Localização dos Perfis de Solo	
	-	PERFIL 1 (Campus do Pici).....	14
	-	PERFIL 2 (Fazenda Raposa).....	15
	-	PERFIL 3 (Fazenda Experimental Vale do Curu - parte baixa).....	16
	-	PERFIL 4 (Fazenda Experimental Vale do Curu - parte alta).....	16
3.1.2	-	Descrição dos Perfis e Coleta de Amostras	17
3.1.3	-	Análise dos Solos.....	17
3.2	-	<u>Efeitos da Deficiência em Macronutrientes</u> ..	18
3.2.1	-	Experimento Hidropônico.....	18
3.2.2	-	Experimento em Areia Lavada.....	24
3.2.3	-	Análise de Plantas.....	25
4	-	<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	26
4.1	-	<u>Caracterização dos Solos</u>	26
4.1.1	-	Perfil 1 (Pomar 19).....	26
4.1.2	-	Perfil 2 (Pomar 9).....	33
4.1.3	-	Perfil 3 (Pomar 5).....	36
4.1.4	-	Perfil 4 (Pomar 14).....	39
4.2	-	<u>Efeitos da Deficiência em Macronutrientes</u> ..	42
4.2.1	-	Experimento Hidropônico.....	42
4.2.1.1	-	Altura de Plantas.....	42
4.2.1.2	-	Matéria Seca da Parte Aérea.....	44

4.2.1.3	- Sintomas Visuais.....	46
4.2.1.4	- Teores dos Macronutrientes na Folha e no Caule.....	48
4.2.2	- Experimento com Areia Lavada.....	53
4.2.2.1	- Altura de Plantas.....	53
4.2.2.2	- Matéria Seca da Folha e Caule.....	53
4.2.2.3	- Sintomas Visuais.....	56
4.2.2.4	- Teores de Macronutrientes na Folha e Caule.....	60
4.3	- <u>Composição Foliar da Jojoba nos Campos Experimentais</u>	65
5	- <u>CONCLUSÕES</u>	68
6	- <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	70

LISTA DE TABELAS

TABELAS		Página
1	Tratamentos empregados no estudo dos efeitos da deficiência de macronutrientes em jojoba.....	20
2	Soluções padrões de macronutrientes e alíquotas usadas no preparo das soluções nutritivas em cada tratamento.....	21
3	Reagentes empregados no preparo da solução padrão de micronutrientes.....	22
4	Condutividade elétrica e pH das soluções nutritivas.....	23
5	Características físicas e químicas do Perfil 1.....	27
6	Características físicas e químicas do Perfil 2.....	28
7	Características físicas e químicas do Perfil 3.....	29
8	Características físicas e químicas do Perfil 4.....	30
9	Altura de planta de jojoba no início e após 90 e 120 dias de cultivo em meio hidropônico.....	43

TABELAS

Página

10	Produção de matéria seca de plantas de jojoba após 120 dias de cultivo em meio hidropônico.....	45
11	Teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio na folha e caule de jojoba cultivada em meio hidropônico durante 120 dias.....	49
12	Altura de planta de Jojoba aos 60 e 120 dias de cultivo em areia lavada.....	54
13	Produção de matéria seca de plantas de jojoba após 120 dias de cultivo em areia lavada.....	55
14	Teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio na folha e caule de jojoba cultivada em areia lavada durante 120 dias.....	63
15	Teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio em folhas novas (fn) e maduras (fm) de jojoba cultivada em diferentes campos experimentais no Estado do Ceará, e nas folhas de plantas cultivadas em meio hidropônico e areia lavada.....	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		Página
1	Perfil 1, em Solo Podzólico Vermelho <u>Ama</u> relo, no Campus do Pici, Fortaleza-Ce....	31
2	Aspecto do Pomar 19, cultivado com jojoba com um ano e meio de idade no Campus do Pici, Fortaleza-Ce.....	32
3	Perfil 2, em Solo Podzólico Vermelho <u>Ama</u> relo, Abrúptico Plíntico na Fazenda <u>Rapo</u> sa, Maranguape-Ce.....	34
4	Aspecto do Pomar 9, cultivado com jojoba com três anos e seis meses de idade, na Fazenda Raposa, Maranguape-Ce.....	35
5	Perfil 3, em Solo Aluvial Eutrófico, na Fazenda Experimental Vale do Curu, <u>Pente</u> coste-Ce.....	37
6	Aspecto do Pomar 5, cultivado com jojoba com 5 anos de idade na Fazenda <u>Experimen</u> tal Vale do Curu, Pentecoste-Ce.....	38
7	Perfil 4, em Solo Podzólico Vermelho <u>Ama</u> relo, na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste-Ce.....	40
8	Aspecto do Pomar 14, cultivado com jojoba com três anos de idade na Fazenda <u>Experi</u> mental do Vale do Curu, Pentecoste-Ce....	41

FIGURAS

Página

9	Sintomas de deficiência de cálcio observados em plantas de jojoba cultivada em meio hidropônico.....	47
10	Plantas de jojoba cultivadas em areia lavada com diferentes tratamentos.....	57
11	Folhas de plantas de jojoba cultivadas em areia lavada, mostrando o efeito dos diferentes tratamentos.....	58
12	Sistema radicular de plantas de jojoba cultivadas em areia lavada com diferentes tratamentos.....	59
13	Efeitos da ausência de cálcio no desenvolvimento de panículas de jojoba em experimento com areia lavada.....	61
14	Efeitos da ausência de cálcio no desenvolvimento de raízes paniculares de jojoba em experimento com areia lavada.....	62

RESUMO

Foi realizada a caracterização física e química de quatro solos cultivados com Jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider), e estudados os efeitos da deficiência de macronutrientes nesta cultura, desenvolvida em meio hidropônico e areia lavada, utilizando-se soluções nutritivas.

Os solos estudados foram três Podzólicos Vermelho Amarelo e um Aluvial Eutrófico localizados em áreas pertencentes à Universidade Federal do Ceará, nos municípios de Fortaleza, Maranguape e Pentecoste. Para as suas caracterizações, em áreas representativas, foram descritos perfis no campo e coletadas amostras para análise de laboratório.

Para o estudo dos efeitos da deficiência de macronutrientes realizou-se dois experimentos com soluções nutritivas, sendo um em meio hidropônico, partindo de mudas de dois meses de idade, e o outro em areia lavada, partindo da semente. Os experimentos foram conduzidos em Câmara de Crescimento com condições ambientais controladas durante 120 dias. Para ambos, utilizou-se 8 tratamentos: seis com a ausência de um dos macronutrientes, um com a ausência de todos os micronutrientes e uma testemunha em solução nutritiva completa. Todos os tratamentos tiveram três repetições e os parâmetros avaliados foram: altura de plantas, peso da matéria seca da parte aérea, sintomas visuais de deficiência, teores de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio na folha e caule.

As características morfológicas, físicas e químicas confirmaram a classificação preexistente, sendo que os três Podzólicos Vermelho Amarelo apresentaram baixa fertilidade,

com deficiência em fósforo, cálcio e magnésio, problemas de toxidez de alumínio e de baixa capacidade de retenção de água. O solo Aluvial apresentou alta fertilidade, porém, com limitações no teor de magnésio trocável.

Os resultados dos experimentos mostraram que a ausência dos macronutrientes promoveu uma redução no tamanho das folhas, sendo que durante os 120 dias que durou os experimentos, apenas as plantas desenvolvidas no meio sem cálcio, apresentaram sintomas visuais característicos de deficiência. Os tratamentos sem cálcio e sem enxofre foram os que mais limitaram o crescimento e produção de matéria seca. Foi verificado ainda que a ausência de nitrogênio promoveu uma notável redução no teor de enxofre quando comparado ao tratamento completo. Por outro lado, as ausências de fósforo, potássio e cálcio promoveram a elevação do teor de nitrogênio nas folhas, e as ausências de enxofre e magnésio no experimento hidropônico promoveram nas folhas, uma redução no teor de nitrogênio.

Os teores de macronutrientes nas folhas de plantas cultivadas nos quatro campos experimentais estudados, quando comparados com os obtidos nas plantas cultivadas em meio hidropônico e areia lavada, indicaram uma provável deficiência de enxofre em todos os campos, e de nitrogênio e fósforo nos campos de Pentecoste (Parte Baixa) e Maranguape, respectivamente.

ABSTRACT

It was realized the physical and chemical characterization of four soils cultivated with "Jojoba" (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) and have been studied the effects of the deficiency in macronutrients by means of development of this culture in hydroponic medium and washed sand, with the utilization of nutritive solutions.

The studied soils were three Red-Yellow Podzolic and one Eutrofic Alluvial, in areas of the "Universidade Federal do Ceará" localized in the municipalities of Fortaleza, Maranguape and Pentecoste. For the characterizations of these soils, in representative areas, the profiles were described on the ground and the samples collected for the laboratory analysis.

For the study of the effects of deficiency in macronutrients, have been realized two experiences with nutritive solutions: one in hydroponic medium, starting with cuttings of two months and the other planting the seeds in washed sand. These experiences were conducted in a growing room with controlled ambient conditions for 120 days. For both, eight treatments were utilized: six without each one of the macronutrients, one without all the micronutrients, and the other, the testimony, in complete nutritive solution. Every treatment had three repetitions and have been evaluated the following parameters: height of plants, weight of dry matter aerial part, visual symptoms of deficiency, purport of nitrogen, phosphorus, potassium, sulphur, calcium and magnesium in the leaf and stem.

The morphological, physical and chemical characteristics have confirmed the pre-existent classification as follows:

the three Red-Yellow Podzolic soils have presented a low fertility with deficiency in phosphorus, calcium and magnesium, toxic problems with aluminium and a low capacity as for water retention; the alluvial soil has presented high fertility, but with limitations concerning the purport of exchangeable magnesium.

The results of the experiences have shown that the absence of the macronutrients has provoked a reduction on the seize of the leaves and only the plants developed without calcium have presented visual symptoms characteristic of deficiency. The treatments without calcium and sulphur were those which most limited the growing and production of dry matter. It was still verified that the absence of nitrogen has provoked a notable reduction in the purport of sulphur when compared with the complete treatment on the hand, the absences of phosphorus, potassium and calcium have provoked a rise of the purport of nitrogen in the leaves and the absences of sulphur and magnesium, in the hydroponic experience, have provoked a reduction in the purport of nitrogen in the leaves.

The purports of macronutrients in the leaves of plants cultivated on the studied four experimental grounds, when compared with the obtained with the plants cultivated in hydroponic medium and washed san, have indicated a probable deficiency of sulphur in every ground and of nitrogen and phosphorus on the grounds of Pentecoste (low part) and Ma ranguape, respectively.

1 - INTRODUÇÃO

A jojoba é um arbusto oriundo das regiões desérticas dos Estados Unidos e México, e introduzida no Brasil em 1977 por Aragão em campos experimentais da Universidade Federal do Ceará, com o objetivo inicial de estudar a sua reação e adaptação às condições semiáridas do nordeste.

A expansão da cultura ultrapassou as fronteiras do Estado do Ceará e hoje é também encontrada nos estados do Piauí, Bahia, Rio Grande do Norte, Alagoas e Paraíba, considerando-se animadoras os primeiros resultados da aclimação. No entanto, muitas questões relacionadas com o desenvolvimento da cultura sob diferentes condições de solo, altitude, temperatura e precipitação de seu novo "habitat", ainda necessitam ser esclarecidas.

No Estado do Ceará, os campos experimentais com a cultura de jojoba encontram-se localizados em Fazendas Experimentais, em diferentes municípios, nos quais tem-se observado diferenças no seu desenvolvimento. Para solução desses problemas, provavelmente nutricionais, torna-se necessário inicialmente proceder a caracterização física e química dos solos, para obtenção de informações básicas.

A identificação de problemas nutricionais exige por outro lado o conhecimento do comportamento da cultura em estado de carência. Para isso, há necessidade de estudos que estimulem sintomas típicos de deficiência relacionados aos diversos elementos essenciais às plantas, visto que os sintomas de deficiência de um certo elemento podem diferir tanto que o conhecimento da síndrome carencial numa espécie fornece pouca ajuda para identificá-la em outra.

A jojoba é uma planta pouco exigente em nutrientes, o que faz com que ela se desenvolva em solos pobres. No entanto, por apresentarem estes solos um baixo potencial em nutrientes disponíveis e a cultura retirar continuamente os elementos essenciais ao seu desenvolvimento, é possível que ao longo do tempo ocorra um esgotamento das reservas que impliquem em carências nutricionais com a consequente redução da produtividade. Assim, pesquisas que promovam a avaliação do potencial dos solos e a detecção dos problemas nutricionais adquirem importância fundamental.

Os estudos de caracterização física e química e de efeitos da deficiência em macronutrientes na jojoba, constituem o fundamento deste trabalho, que teve como objetivos:

a) Caracterização física e química de quatro solos representativos do Estado do Ceará, onde foram implantados cultivos de jojoba.

b) Verificações da influência de deficiência em macronutrientes (N, P, K, S, Ca e Mg) nos sintomas visuais e na composição foliar da jojoba.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - A Cultura da Jojoba

2.1.1 - Características

A jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) é arbusto dióico, pertencente à família Buxácea, com altura variando de 0,6 a 4,0 m. O período de vida é comumente de 100 anos, podendo chegar até a 200 anos. Apresenta-se sempre verde e possui folhas de consistência coriácea, de cor verde intensa. Os frutos são usualmente de cor vermelho-castanho quando maduros com sementes de aproximadamente 2cm de comprimento, peso variando de 0,2 a 2,2 g e teor de cera líquida em média de 56% (HOEPPE, 1977; CUTTING, 1978; HOGAN, 1979; ARAGÃO, 1982).

O sistema radicular caracteriza-se pela formação de diversas raízes que penetram a uma profundidade maior que dois metros, podendo chegar até dez, sendo que nos 60cm superiores de raiz pivotante apresenta poucas raízes laterais (YERMANOS, 1979). Durante o processo germinativo, antes que a plântula emita as folhas cotiledonares, sua raiz pivotante já atinge uma profundidade de 30 a 45cm (ARAGÃO, 1982).

O fruto da jojoba pode conter entre uma a três sementes, sendo mais comum uma semente por fruto (HOEPPE, 1977; ARAGÃO, 1982). O desenvolvimento completo do fruto, desde a fecundação até o amadurecimento, compreende um período de 60 a 70 dias. Porém, se as condições ambientais não forem

favoráveis, ele pode murchar e cair antes da maturação (ARAGÃO, 1982). As sementes apresentam grande variabilidade genética, o que é muito importante para o sucesso da domesticação da jojoba. Em plantações naturais, a produção varia de 0 a 5 kg por planta, sendo que no Huntington Botanical Garden, em San Martins (Califórnia) existem duas plantas com 22 anos de idade, que chegaram a produzir 15 kg de sementes por ano (HOEPPE, 1977; WALTERS et alii, 1979). As estimativas de produção de jojoba cultivada na Califórnia são, aproximadamente, de 500 g de semente por planta, no 5^o ano, e 2,5 kg de semente por planta no 12^o ano (HOEPPE, 1977).

No Brasil, segundo ARAGÃO (1982), a primeira semente de jojoba foi produzida em maio de 1979, por uma jojobeira de 26 meses de idade, no Campus do Pici do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Ele cita ainda, que colheitas realizadas em campos experimentais, em Fortaleza, em plantas com 23, 31 e 50 meses de idade, a produção foi de 70, 259 e 644 kg/ha, respectivamente, com um peso médio de sementes por planta, de 35,00, 129,35 e 321,88 gramas, respectivamente, utilizando-se um espaçamento de 3,0 x 1,5 m.

2.1.2 - Distribuição

As populações nativas da jojoba são encontradas em áreas do deserto de Sonora, no México e Estados Unidos, que totalizam, 38.610 km², situadas entre as latitudes 23^o e 35^oN e longitude 101^o e 117^oW, e altitudes que vão desde o nível do mar, como no Sonora e Baja Consta, a declives montanhosos, com mais de 1,500 m, no sul do Arizona (HOGAN, 1977). Fora dessa faixa, umas raras plantas crescem. É o exemplo do Estado da Califórnia, que, fora deste limite, poucas plantas são encontradas em localizações como: Jardim Botânico de Santa Bárbara, Missão La Puríssima, Estação de Campo ao lado ocidental da Califórnia, Cinco Pontos e uma

fazenda particular em Fresno (YERMANOS, 1979; ARAGÃO, 1982).

Além dos Estados Unidos e México, tentativas de adaptação estão sendo realizadas em Israel, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Argentina, Austrália, Kwaite, Arábia Saudita, Iraque, Irã, Sudão e outros (CUTTING, 1978; ARAGÃO, 1982).

No Brasil, o plantio de jojoba teve início no Ceará em campos instalados, em 1977, em Fortaleza (3°S), para, daí então, serem estendidos para o interior do Estado e outros estados como o Piauí, Alagoas, Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte, foram instalados campos experimentais inicialmente no Campus do Pici, no município de Fortaleza, e após, na Fazenda Experimental Vale do Curu, no município de Pentecoste; na Fazenda Lavoura Seca, no município de Quixadá; na Fazenda Raposa, no município de Maranguape; e na Fazenda Paula Rodrigues, em Santa Quitéria, pertencentes e Universidade Federal do Ceará, com exceção da última, que é da Secretaria de Agricultura do Estado do Ceará (ARAGÃO, 1982). Atualmente a cultura está sendo testada em fazendas particulares.

2.1.2.1 - Clima

A temperatura pode ser, na maioria das vezes, o fator mais crítico para o cultivo da jojoba (AGRIC. DE LA AMÉRICA, 1980; HOGAN, 1981). Embora seja considerada uma planta tolerante ao calor, pois suporta temperaturas extremas de deserto (43 a 46°C a sombra), é encontrada em diferentes condições ambientais, como em Twentynove Palms, Califórnia, com médias de temperaturas máxima e mínima de 46° a -6°C, respectivamente, e precipitação anual média de 90mm, ou ainda, em Del Mar, Califórnia, onde as populações crescem praticamente a nível do mar, com uma precipitação anual média de 223,5mm e médias de temperaturas máxima e mínima de 35,5° e 3,3°C, respectivamente (HOGAN, 1977; YERMANOS, 1979).

Segundo HOGAN (1977), CUTTING (1978), YERMANOS (1978) e AGRIC. DE LA AMÉRICA (1980), temperaturas baixas da ordem de -5 a -6°C , provocam danos nas folhas e pontas dos galhos novos. O frio excessivo, nas etapas de desenvolvimento das plântulas, pode acabar com plantações inteiras. As geadas não provocam danos aparentes em plantas velhas. Contrariamente as temperaturas elevadas não têm efeitos adversos sobre a jojoba, a menos que passem de 50°C .

Em relação às precipitações requeridas para o seu desenvolvimento, YERMANOS (1977 e 1978), HOGAN et alii (1981) e AGRIC. DE LA AMÉRICA (1980) relatam que a jojoba cresce naturalmente em zonas que recebem 125mm de chuva por ano, porém, desenvolvem melhor com 250 a 500mm de precipitação pluviométrica anual e que, maiores precipitações promovem o crescimento vegetativo a custa da produção e longevidade das plantas.

2.1.2.2 - Solos

Praticamente toda população natural da jojoba ocorre em solos de textura leve ou média de boa infiltração e drenagem, podendo ser encontrada em algumas áreas de solos argilo-arenosos e ainda em solos argilosos, ricos em calcário (CUTTING, 1978; YERMANOS, 1979; HOGAN et alii, 1981). Segundo YERMANOS (1979), plantações experimentais, estabelecidas em solos argilosos, mostraram o florescimento retardado e o crescimento reduzido, quando comparadas com solos leves. HOGAN et alii (1981) indicam que as plantas se desenvolvem melhor em solos arenosos ou argilosos com calcário.

Medidas extensivas do pH do solo, ao redor de plantações nativas de jojoba, no México e Estados Unidos, mostraram valores que variam de 5 a 8, indicando que o pH não é um fator excessivamente crítico (YERMANOS, 1979; WALTERS, 1979; ARAGÃO, 1982).

Vários autores, como YERMANOS (1979), "AGRIC. DE LA AMÉRICA (1980)", ARAGÃO (1982), mencionam a grande tolerância da jojoba à salinidade, visto que se pode encontrar plantações robustas em até 3,3m da orla marítima, ou ainda, em solos onde a salinidade fica em torno de 7.000 ppm de sais solúveis totais. No entanto, HOGAN et alii (1981) afirma que a germinação de sementes e plantas velhas podem ser adversamente afetadas por sais no solo ou na água de irrigação. A tolerância, no caso de plantas novas, foi comprovada por YERMANOS et alii (1967), utilizando soluções com quatro níveis de sais (3.0, 6.6, 9.3, 13.6mmhos/cm) para irrigar planta desde a germinação até dois anos. Os resultados revelaram que a jojoba é capaz de suportar níveis altos de salinidade, durante os primeiros anos de desenvolvimento, sem qualquer sintoma de maior dano.

A nutrição da jojoba é um aspecto ainda pouco estudado, sendo que os pesquisadores são unânime em afirmar que trata-se de uma planta pouco exigente em nutrientes. Nos raros trabalhos de adubação para esta cultura, foram observados, que no campo, a jojoba não responde às doses crescentes de N, P e K, fato este que os pesquisadores atribuíram ao seu extenso e profundo sistema radicular, visto que em tratamentos semelhantes com plantas em vasos, nos quais o crescimento radicular fica confinado, houve uma pronunciada reação favorável. FELDMAN et alii (1983), em trabalho de nutrição de jojoba, encontrou correlação significativa entre os conteúdos de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas e o peso fresco da parte aérea, fato que não ocorreu entre os níveis de nitrogênio e fósforo nas folhas e o crescimento de raízes. Eles observaram ainda, um acúmulo de zinco nas folhas, sem que este fato tivesse correlação significativa com os parâmetros de crescimento.

2.1.3 - Importância

A proibição da importação de qualquer produto oriun

do da baleia, pelos Estados Unidos, em 1970, proporcionou a realização de muitas pesquisas em busca de uma alternativa, já que, até recentemente, a única fonte natural de cera líquida era o óleo deste mamífero. Este óleo, durante a década de 60, foi considerado de grande importância para a indústria dos Estados Unidos, que importava 55 milhões de toneladas por ano (ARAGÃO, 1982). Grande parte, era utilizada como ingrediente de lubrificantes, especialmente para transmissões de automotores e outras máquinas de alta velocidade, sujeitas a altas pressões e temperaturas (HOGAN, 1981; ARAGÃO, 1982).

A semelhança da cera líquida da jojoba com o óleo da baleia credencia como um substituto, a altura, e até mesmo com vantagens sobre o principal produto deste animal em extinção (HOGAN, 1981; ARAGÃO, 1982). Esta expectativa deve-se ao fato de que, quimicamente, a cera da jojoba apresenta vantagens industriais sobre o óleo da baleia, tais como: 1) Contêm mais de 97% de ésteres de cera; 2) Não contém glicerídeos; 3) Possui apenas 1% de ácidos e alcoois livres e quase nenhum hidrocarboneto, esteróides ou outros contaminantes; 4) A extensão das cadeias de carbono é uniforme e as possui 2 a 22 átomos. Constituem cerca de 93% dos ácidos e alcoois do óleo (cera líquida); 5) Possui viscosidade alta e ponto de combustão similar ao óleo da baleia; 6) Não sofre alterações por repetidos aquecimentos a altas temperaturas e sua viscosidade permanece inalterada, depois de repetidas mudanças de temperatura; 7) Possui estabilidade em termos de oxidação e rancificação (HOGAN, 1979; WALTERS et alii, 1979; ARAGÃO, 1982). Em resumo, a jojoba é valorizada pelas características de pureza e simplicidade molecular, sua estabilidade, lubricidade, depois de sulfurizada, e insaturação (duplas ligações) (HOGAN, 1979).

Com relação à solubilidade do óleo da jojoba, KNOEPTLE (citado por HOGAN, 1979) menciona o mesmo é solúvel em solventes comuns como o benzeno, éter de petróleo, cloroformio, tetracloreto de carbono e disulfeto de carbono, sendo porém, imissível com álcool e acetona.

O emprego da cera de jojoba não se limita apenas na sua utilização como lubrificante para motores, transmissões e diferenciais sujeitos a altas pressões e temperaturas. Revistas como "WORLD MARKET PERPECTIVEL" e "AGRICULTURA DE LA AMÉRICA" e autores como HOGAN (1979); WALTERS (1979), ARAGÃO (1982) mostram um resumo da potencialidade da cera de jojoba, que, em síntese, é o que segue: a) Cera Líquida: Lubrificação, cosmético, farmacologia, culinária, etc.; b) Cera Sulfurizada: É um substituto para o produto similar extraído do óleo da baleia, possuindo 25% a mais de enxofre e muito mais estável; c) Derivados de Alcoois e Ácidos: Utilizados na preparação de desinfetantes, secadores, emulsificadores, resinas, plastificantes, inibidores de corrosão e bases para cremes; d) Cera Hidrogenada: Para polimentos de automóveis, assoalhos e móveis. Utilizada também na fabricação de velas, proteção de frutos e fabricação de batom; e) Cera Sulfatafa: Utilizada como lubrificante na indústria de couros; f) Torta: Possui 25 a 30% de proteína, podendo ser utilizada como ração animal, desde que se elimine uma substância tóxica chamada "Simondisina" (2-cianometileneciclohexil glicosídeo). Uma outra utilização é como fertilizante, devido seu alto teor de nitrogênio.

Os citados autores fazem ainda referência à casca do fruto, que pode ser utilizada como cobertura morta.

2.2 - Métodos de Determinação de Deficiência Mineral nas Plantas

WALLACE (1961), em seu livro "The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants" descreve cinco métodos de determinação de deficiência nas plantas, que são:

- 1) Análise química total da planta ou parte dela;
- 2) Ensaio de campo e cultivo em vaso para determinar o efeito do retardamento ou adição de nutriente mineral para o solo;

3) Análise química do solo para averiguar o supri-mento de nutrientes no solo;

4) Adição de nutrientes minerais direto para a plan-ta, por método de pulverização;

5) Método de diagnose baseado nos sintomas visuais mostrados pela planta.

2.2.1 - Análise da Planta

Para a avaliação do estado nutricional de uma cultu-ra por este método, é necessário a comparação com o nível crítico para a cultura em estudo. Ele é estabelecido seja através da análise de folhas de plantas altamente produti-vas, cultivadas no campo, ou de plantas cultivadas em soluções nutritivas, na presença do elemento em questão, em quan-tidades limitantes (ANDA, 1975).

Segundo WALLACE (1961), o uso desse método requer atenção para os seguintes pontos: as folhas são usualmente a parte mais satisfatória para análise, já que ela represen-ta a sede da atividade do processo de crescimento. No entan-to, para muitas plantas o pecíolo seja a melhor parte de amostragem. As folhas amostradas devem ser metabolicamente ativas, significando que não se deve amostrar folhas nas quais os efeitos de deficiência tenham prosseguido; quando as folhas são para comparação, elas devem ser de similar fi-siologia, e devem ser tomadas no mesmo período e na mesma secção de crescimento, visto que folhas da mesma planta, po-rém em diferentes estágios de desenvolvimento, diferem na composição mineral, e folhas individuais ou grupo de folhas variam no conteúdo mineral, durante o curso ou secção de crescimento.

2.2.2 - Ensaios de Campo

MALAVOLTA (1967) define ensaios de campo como sendo o começo e o fim de quaisquer métodos destinados a avaliar a necessidade de adubação. Ele afirma ainda, que a obtenção de bases mais seguras para as recomendações de adubação ocorrem quando tais ensaios servirem de calibração para as análises de solo e de folhas, o que permitirá a sua generalização.

Os ensaios de campo, para se obter informações concernentes à deficiência de nutrientes, podem ser realizados por dois meios (WALLACE, 1961); o método clássico de Lawes e Gilbert, que consiste no crescimento de cultura em diversas áreas do terreno, os quais recebem diferentes tratamentos com fertilizantes, sendo que, para cada pedaço de terreno é colocado uma dose completa de fertilizantes e, para os outros, colocar os nutrientes exceto o em estudo. O outro consiste na aplicação de fertilizantes contendo diferentes elementos nutrientes para as áreas separadas do terreno a testar com culturas deficientes e observar se alguma cultura apresenta resultado benéfico. Este método prático é importante pelo fato que quando os resultados dos ensaios serem favoráveis, ele, simultaneamente, indica a causa e o remédio.

2.2.3 - Análise do Solo

A análise química dos solos determina o seu potencial de suprimento de nutrientes. Ela constitui o método mais empregado na avaliação da necessidade de adubação (WALLACE, 1961), já que ajuda a predizer a quantidade de nutrientes necessários para suplementar a existente no solo (MALAVOLTA, 1967). Segundo CATE e NELSON (1965), a análise do solo tem, entre as suas finalidades, as seguintes: 1) Dividir os solos em classes ou níveis de fertilidade, segundo o teor de cada um dos elementos nutrientes, como base para as recomendações de adubação e calagem; 2) Contribuir para

a avaliação da produtividade do solo e predizer, com razoável margem de segurança, respostas econômicas à aplicação de fertilizantes; 3) Identificar certas condições específicas indesejáveis do solo, que possam ser melhoradas mediante a aplicação de corretivos ou de adoção de práticas adequadas, como o aproveitamento de solos alcalinos, salinos, terras raras, e constatação inclusive, da presença de substâncias tóxicas do solo.

A análise química do solo, para que possa alcançar os seus objetivos, deve adotar uma série de cuidados, destacando-se os seguintes: amostragem, questionário, preparo da amostra, extração e análise, interpretação dos dados e recomendações de adubação (ANDA, 1975).

2.2.4 - Método Visual de Deficiência

Neste método as deficiências são reconhecidas por sintomas específicos, apresentados pelas plantas, quando um elemento nutritivo é insuficiente para o seu desenvolvimento. Os sintomas de deficiência a um elemento apresentados por uma determinada cultura podem ser induzidos mediante cultivos em meios inertes com a aplicação de soluções nutritivas que contenham todos os nutrientes, exceto o elemento em estudo. Diagnosticar deficiências nutricionais por sintomas visuais apresentados pela planta nem sempre é fácil, devido a existência de sintomas diferentes do mesmo elemento para culturas diferentes, e pelo fato de sintomas semelhantes poderem ser causados por deficiência de elementos diferentes (WALLACE, 1961; EPSTEIN, 1975). No caso de deficiências múltiplas, a identificação torna-se mais difícil do que quando ocorre isoladamente (EPSTEIN, 1975).

2.2.5 - Método de Pulverização

Este método consiste na aplicação de fertilizantes à planta diretamente na folha. Seu sucesso depende da capacidade da planta realizar a absorção do nutriente em questão na forma de pulverização. Segundo CAMARGO (1970), os fatores que afetam a absorção dos nutrientes pulverizados na folha são: ângulo de contato e molhantes; temperatura e umidade; composição da solução; pH; luz; modo de aplicação; condições internas. Os benefícios resultantes da adubação foliar aparecem, principalmente, quando a planta apresenta muita folhagem e superfície foliar bem desenvolvida. No caso dos macronutrientes, as pulverizações foliares não podem, em geral, satisfazer completamente as exigências das culturas. O seu valor verdadeiro está na suplementação da adubação do solo (macronutrientes) e na correção mais rápida de deficiências eventuais (macro e micronutrientes) (ANDA, 1975).

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Caracterização dos Solos

3.1.1 - Área de Estudo

Para a caracterização dos solos foram selecionadas quatro áreas cultivadas com jojoba pertencentes à Universidade Federal do Ceará, localizadas: no Campus do Pici, na Fazenda Raposa e na Fazenda Experimental Vale do Curu.

3.1.1.1 - Localização dos Perfis de Solo

- PERFIL 1 (Campus do Pici)

O Campus do Pici está situado na parte setentrional da cidade de Fortaleza, limitando-se com a avenida Mr.Hull, ocupando uma área de 169,9 ha. Está situado na parte de taboleiro, que compreende relevos da classe plana e de tipos normal e subnormal, com declives na maior parte variando de 0 a 5%. O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo AW'. A precipitação média anual é de 1.365,6 mm, sendo os meses mais chuvosos fevereiro, março, abril e maio, enquanto outubro é o mês de menor precipitação. A temperatura média anual varia de 26,0 a 27,2^oC, sendo as médias mais altas registradas nos meses de dezembro e fevereiro. Quanto a ve

getação, a área apresenta-se quase que totalmente desprovida de sua vegetação natural, em consequência das construções e culturas nela instaladas. No entanto, alguns setores remanescentes estão recobertos por vegetação tipicamente litorânea de composição bastante diversificada, podendo ser classificada como Floresta Seca/Mata de Taboleiro Subperenifolia (LIMA et alii, 1980a).

O perfil 1 localiza-se no pomar 19 a aproximadamente 200 m da Estação de Meteorologia, cuja unidade de solo é classificada como Podzólico Vermelho Amarelo (COELHO e MOTA, 1978). Este pomar encontra-se cultivado com jojoba de um ano e seis meses de idade, na data de amostragem (setembro de 1983).

- PERFIL 2 (Fazenda Raposa)

A Fazenda Raposa localiza-se no município de Maranguape (3°53'33" latitude S e 38°40' de longitude W Gr.) situado à margem da BR-020 distante, aproximadamente, 18 Km de Fortaleza e 8 Km de Maranguape. O relevo é plano e suave ondulado com declives de 0 a 8%. O clima, segundo classificação de Koppen, é do tipo AW' com chuvas de verão/outono. A precipitação média anual é de 1.394 mm, sendo os meses mais chuvosos março, abril e maio, enquanto outubro é o mês de menor precipitação. A temperatura média anual varia de 25,3 a 27,1°C, sendo as médias mais altas registradas nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Quanto à vegetação, é do tipo arbustiva-arbórea e de caráter semi-sempreverde, predominando a carnaubeira (*Copernícia cerifera* Mart.) (LIMA et alii, 1980b).

O perfil 2 localiza-se no pomar 9 da Fazenda Raposa a aproximadamente 500 m da casa sede. Esta área, segundo MOTA et alii (1980a), encontra-se na Unidade de Solo Jacanaú e é classificada como Podzólico Vermelho Amarelo Abrúptico, Plíntico A moderado, textura arenosa/argilosa, fase caatin

ga hipoxerófila relevo suave ondulado. Este pomar encontra-se cultivado com jojoba de três anos e seis meses de idade, na data de amostragem (setembro de 1983).

- PERFIL 3 (Fazenda Experimental Vale do Curu - parte baixa)

A Fazenda Experimental Vale do Curu ocupa uma área de 612,48 ha, localizada no município de Pentecoste, aproximadamente entre os paralelos 3°45' e 4° de latitude S e os meridianos 39°15' e 39°3' longitude W de Gr.). O relevo local é variável dentro do limite de plano e suave ondulado com declividade apresentando-se plana e inclinada. O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo AW' tropical chuvoso (quente-úmido) com ocorrência de chuvas de verão e precipitação máxima de outono. A precipitação média anual é 700 mm, sendo os meses mais chuvosos março, abril e maio enquanto outubro e novembro os de menores precipitações. A temperatura média anual varia de 22,12 a 30,08°C. A vegetação predominante na área é: carrapicho (*Cenchrus echinatus* Linn.); camarã (*Lantana camarã* Linn.); catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.); carnaubeira (*Copernícia cerífera* Mart.); cabeça branca (*Gomphrena cearensis* Hub.); cordeiro (*Cereus squamosus* Guem.); jurema (*Mimosa merrucosa* Benth.) (LIMA e MOREIRA, 1973).

O perfil 3 está localizado na parte baixa da Fazenda Experimental Vale do Curu, a aproximadamente 1000m da sede da fazenda. O solo desta área, segundo COELHO (1981), é classificado como Aluvial Eutrófico, A fraco, textura média. Este pomar encontra-se cultivado com jojoba de cinco anos de idade, na data de amostragem (setembro de 1983).

- PERFIL 4 (Fazenda Experimental Vale do Curu - parte alta)

O perfil 4 está localizado no Pomar 14 na parte al

ta da Fazenda Experimental Vale do Curu, a aproximadamente, 1.500 m da sede da fazenda, no local denominado "Sudoeste". Está área, segundo MOTA et alii (1980b), é classificada de Podzólico Vermelho Amarelo. Este pomar encontra-se cultivado com jojoba de três anos de idade, na data de amostragem (setembro de 1983).

3.1.2 - Descrição dos Perfís e Coleta de Amostras

A descrição dos perfís, foi realizada de acordo com o Manual de Métodos de Trabalho de Campo da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo (1976), apresentando-se no entanto, uma descrição sumarizada. Para tal fim, em parte representativa dos pomares, abriu-se trincheiras com profundidade variando de 90-150 cm, de acordo com o solo. Na determinação da cor do solo, utilizou-se a Carta de Cores de Solo "MUNSELL" (MUNSELL COLOR COMPANY INC., 1954). As amostras, de cada camada, foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas ao laboratório para análises físicas e químicas.

3.1.3 - Análise dos Solos

As análises físicas e químicas dos solos foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Em todos os casos, empregou-se terra fina seca ao ar (TFSA), e metodologaa indicada a seguir: Granulometria pelo método da pipeta modificado, usando-se NaOH como dispersante; Argila dispersa em água, pelo mesmo método, omitindo-se o dispersante; densidade do solo, usando o anel volumétrico de KOPECK; umidade 1/3 e 15 atm, empregando-se panela e membrana de pressão (EMTRAPA, 1979). A condutividade

elétrica (CE) determinada no extrato de saturação e medida em ponte salina solubridge (RICHAROS, 1974). O pH foi determinado potenciométricamente empregando-se uma relação solo água 1:2,5; os cátions trocáveis foram extraídos com acetato de amônio normal a pH 7, determinando-se $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ e Ca^{+2} por titulação com EDTA, obtendo-se o Mg por diferença; sódio e potássio, por fotometria de chama; hidrogênio mais alumínio e alumínio permutáveis, extraídos com acetato de amônia e cloreto de potássio normais, respectivamente, a pH 7, titulando-se a acidez resultante com NaOH 0,1N e os indicadores fenolftaleína e azul de bromatimol, respectivamente; o valor T (capacidade de troca de cátions) obtido pela soma dos cátions trocáveis; o nitrogênio total, por digestão sulfúrica e destilação Kjeldahl (EMBRAPA, 1979). O carbono orgânico foi determinado por oxidação pelo procedimento de Tiurin modificado por Vettori, estimando-se a matéria orgânica com o emprego do fator 1,724; o fósforo assimilável, pelo método Carolina do Norte (extrator H_2SO_4 0,025 N e HCl 0,05 N) (VETTORI, 1969).

3.2 - Efeitos da Deficiência em Macronutrientes

Para o estudo dos efeitos da deficiência em macronutrientes, no que se refere a possíveis sintomas visuais de deficiência e a composição foliar da cultura da jojoba, foram conduzidos dois experimentos em Câmara de Crescimento com condições ambientais controladas. Um experimento hidropônico partindo de mudas com dois meses de idade e um outro usando como substrato areia lavada, partindo da semente, empregando-se para ambas soluções nutritivas.

3.2.1 - Experimento Hidropônico

Para a avaliação dos efeitos da deficiência de ma

cronutrientes, foi instalado um experimento hidropônico com a aplicação de soluções nutritivas com todos os nutrientes, a exceção do elemento em estudo. Usou-se um total de oito tratamentos que consistiram de uma testemunha (solução nutritiva completa), seis tratamentos em que a respectiva solução nutritiva tinha a ausência de um dos macronutrientes (sem N, P, K, S, Ca e Mg) e um tratamento adicional em que os micronutrientes estiverem ausentes, os quais estão indicados na TABELA 1.

A solução nutritiva empregada foi a de HOAGLAND e ARNON (1944) modificada. A modificação consistiu no estabelecimento de um balanço na concentração dos macronutrientes como também com o sódio e o cloro, que estão presentes em alguns sais adicionais, de modo a que cada um deles aparecesse sempre com as mesmas concentrações na solução em que estivesse presente. O modo de preparo destas soluções nutritivas estão indicadas na TABELA 2. A concentração em ppm das soluções foram: nitrogênio, 52,5; fósforo, 7,75; potássio, 48,75; enxofre, 36,00; cálcio, 70,00; magnésio, 12,00; sódio, 5,75; cloro, 88,75. A exceção do tratamento sem micronutrientes todas as soluções nutritivas receberam iguais quantidades de uma solução completa de micronutriente (1ml/l) cuja composição é indicada na TABELA 3. O pH e a condutividade elétrica, de cada uma das soluções nutritivas são apresentadas na TABELA 4.

O experimento foi realizado em vasos plásticos de 8 litros de capacidade, utilizando-se para cada tratamento três repetições (vasos) com duas mudas cada uma. Usou-se mudas de dois meses de idade desenvolvidas em um solo de textura média em condições uniformes de abastecimento de nutrientes. As mudas foram retiradas do solo, tendo-se o cuidado de não danificar as raízes, lavadas com água destilada e transladadas aos vasos com soluções nutritivas de acordo com os tratamentos. O experimento foi conduzido em câmara de crescimento do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, com condições ambientais controladas

TABELA 1 - Tratamentos empregados no estudo dos efeitos da deficiência de macronutrientes em jojoba.

Tratamento	Nutrientes
Completa	N, P, K, S, Ca, Mg + Micronutrientes
Sem N	P, K, S, Ca, Mg + Micronutrientes
Sem P	N, K, S, Ca, Mg + Micronutrientes
Sem K	N, P, S, Ca, Mg + Micronutrientes
Sem S	N, P, K, Ca, Mg + Micronutrientes
Sem Ca	N, P, K, S, Mg + Micronutrientes
Sem Mg	N, P, K, S, Ca + Micronutrientes
Sem Micros	N, P, K, S, Ca, Mg

TABELA 2 - Soluções padrões de macronutrientes e alíquotas usadas no preparo das soluções nutritivas em cada tratamento.

Sol. Padrões (l M)	Soluções Nutritivas (ml para 8 litros)							
	Completa	-N	-P	-K	-S	-Ca	-Mg	-Micros
NH_4NO_3	15	-	14	10	-	05	11	15
NaH_2PO_4	02	02	-	02	02	02	02	02
K_2SO_4	05	05	05	-	-	05	05	05
CaCl_2	10	10	10	10	-	-	10	10
MgSO_4	04	04	04	04	-	-	-	04
NH_4Cl	-	-	-	-	12	12	-	-
NaNO_3	-	-	02	-	-	-	-	-
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-	-	-	05	-	04	04	-
MgCl_2	-	-	-	-	04	04	-	-
KNO_3	-	-	-	-	10	-	-	-
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	-	-	-	-	04	-	-	-

TABELA 3 - Reagentes empregados no preparo da solução padrão de micronutrientes.

Reagentes	Quantidade* (g/l)
H_3Bo_3	2,86
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	1,81
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0,22
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,08
$H_2MoO_4 \cdot H_2O$	0,02
FeEDTA	31,00

* Todos os sais foram misturados a exceção do FeEDTA que foi preparado separadamente.

TABELA 4 - Condutividade elétrica e pH das soluções nutritivas.

Tratamentos	pH	CE (mmho/cm)
Completa	6.1	0.96
Sem N	5.2	0.64
Sem P	5.3	0.80
Sem K	5.0	0.79
Sem S	5.7	0.69
Sem Ca	5.3	0.88
Sem Mg	5.0	0.91
Sem Micros	5.4	0.84

(luminosidade, 5000 lux; fotoperíodo, 14 horas luz; temperatura, variando entre 25 e 27°C e umidade relativa do ar, variando de 80 a 95%). As soluções nutritivas foram trocadas a cada vinte dias e receberam aeração constante através de um sistema de ar comprimido.

O experimento teve duração de 120 dias, durante o qual foram observados os eventuais aparecimento de sintomas visuais de deficiência e sua evolução, registrando-os fotograficamente. Foi avaliado o crescimento medindo-se as alturas de plantas aos 90 e 120 dias, e no final foi coletada a parte aérea, determinando-se o peso seco e a composição dos macronutrientes no caule e na folha por separado, para comparação com amostras de plantas coletadas no início do experimento.

3.2.2 - Experimento em Areia Lavada

Utilizou-se como substrato a areia do rio previamente tratada com ácido clorídrico concentrado e lavada com água destilada até o pH ficar em torno de 5,8 com posterior secagem em estufa a 45°.

No experimento, que constou dos mesmos tratamentos empregados no cultivo hidropônico, usou-se vasos com 3 kg de areia e três repetições por tratamento. Após o acondicionamento da areia nos vasos, efetivou-se uma irrigação com a solução nutritiva específica a cada tratamento até atingir sua capacidade de retenção, em seguida, realizou-se o plantio na base de 5 sementes por vaso, continuando a irrigação com água destilada até a germinação, sempre que necessário.

A partir da emissão das plântulas, as irrigações com solução nutritiva foram em intervalos de 15 dias, utilizando-se 50ml de solução por vaso. Dentro deste intervalo as irrigações foram com água destilada.

O desenvolvimento do experimento e a evolução dos

sintomas foram acompanhados durante 120 dias, durante os quais fizeram-se as mesmas avaliações do experimento hidropônico.

3.2.3 - Análise de Plantas

Além do material procedente dos experimentos hidropônicos e areia lavada, foram analisadas amostras de folhas procedentes dos pomares cultivados com jojoba onde foram estudados os perfis. Em cada pomar, coletou-se duas amostras uma primeira consistente das 8 folhas terminais identificadas como folhas novas, e uma segunda amostra de folhas maduras da parte intermediária dos galhos. Em todos os casos o material vegetal coletado foi lavado com água destilada, seca a 70°C e moído em moíno tipo Wiley com peneira nº 60, para logo proceder as análises dos macronutrientes nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. O nitrogênio foi determinado por digestão sulfúrica e destilação Kjeldahl. O potássio, fósforo, enxofre, cálcio e magnésio foram determinados em extrato de digestão nitroperclórico pelos seguintes métodos: o fósforo, colorimetricamente pelo método vanadato-molibdato; o potássio por fotometria de chama; o cálcio mais magnésio, por titulação com EDTA e o magnésio determinado colorimetricamente pelo método de amarelo tiazol obtendo o cálcio por diferença (JACKSON, 1964; ESTRADA & ZAPATA s.d); o enxofre por turbidimetria (MASSOUMI e CORNFIED, 1963).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Caracterização dos Solos

As características físicas e químicas dos perfis 1, 2, 3 e 4, estão sumarizadas nas TABELAS 5, 6, 7 e 8. Em todos os casos os resultados obtidos confirmaram, para os solos estudados, a classificação preexistente, indicada no item 3.1.1.1, cujas características dos perfis são avaliadas a seguir:

4.1.1 - Perfil 1 (Pomar 19)

O perfil 1 e o aspecto da área são ilustrados nas FIGURAS 1 e 2, respectivamente.

As características morfológicas revelam que trata-se de um solo profundo, com o perfil apresentando sequência de horizonte A + B + C, encontrando-se o horizonte C a profundidade superior a 150cm; a coloração para o solo úmido varia de bruno a bruno amarelada com matiz 10YR de valor 5 com croma que cresce de 4 a 8 em profundidade; o teor de argila aumenta com a profundidade, apresentando um horizonte superficial Ap de textura areia franca e um B₂₂ franco-argiloso-arenoso; a estrutura para o horizonte A é fraca, pequena de blocos subangulares com consistência macia, muito friável e não pegajosa. No horizonte B a estrutura é moderada média de blocos subangulares com consistência ligeiramente dura, muito friável a friável, não pegajosa. A transição en

TABELA 5 - Características físicas e químicas do Perfil 1.

Horiz.	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (%)				Classe Textural	ADA (%)	G.F. (%)	D.S. g/cm ³	Umidade (%)		C.E. (mmho/cm)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila					1/3 atm	15 atm	
A _p	0-18	46,7	41,6	6,2	5,5	Ar. fr.	0,7	86	1,65	4,21	1,98	0,35
A ₃	18-52	42,1	35,4	10,5	11,9	Fr. ar.	1,2	90	1,62	6,56	3,76	0,20
B ₁	52-90	33,9	39,1	3,8	23,1	Fr. arg. ar.	0,8	96	1,63	9,92	6,45	0,85
B ₂₁	90-128	35,4	28,6	8,5	27,4	Fr. arg. ar.	9,8	64	1,57	11,63	7,62	0,18
B ₂₂	128 +	32,4	24,9	12,1	30,5	Fr. ar. ar.	7,4	78	1,64	14,82	9,49	0,30

Horiz.	Profund.	pH		C	N	C/N	P ppm	Complexo Sortivo (meq/100 g do solo).							V	100 Al / Al + S
		H ₂ O	KCl					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T		
A _p	0-18	5,7	4,7	0,26	0,03	8,5	9,6	0,6	0,1	0,09	0,04	0,15	1,66	2,64	31	15
A ₃	18-52	5,2	4,3	0,11	0,02	5,7	8,0	0,4	0,1	0,10	0,03	0,36	1,39	2,29	28	36
B ₁	52-90	5,0	4,2	0,16	0,02	7,3	4,0	0,5	0,1	0,08	0,05	0,65	1,31	2,57	27	47
B ₂₁	90-128	5,1	4,4	0,11	0,02	6,0	1,3	0,7	0,1	0,09	0,05	0,36	0,78	2,08	45	29
B ₂₂	128 +	5,1	4,5	0,16	0,03	6,5	4,0	1,0	0,3	0,06	0,05	0,26	1,24	2,91	48	15

ADA - Argila dispersa em água.

G.F. - Grau de flocculação.

D.S. - Densidade do solo.

C.E. - Condutividade elétrica.

TABELA 6 - Características físicas e químicas do Perfil 2.

Horiz.	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (%)				Classe Textural	ADA (%)	G.F. (%)	D.S. ³ g/cm ³	Umidade (%)		C.E. (mmho/cm)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila					1/3 atm	15 atm	
A _p	0-16	50,7	25,0	11,4	12,7	Fr. ar.	6,5	49	1,47	8,43	4,65	0,46
A ₃	16-33	37,5	22,9	13,5	25,9	Fr. arg. ar.	16,3	37	1,35	12,78	7,71	0,26
B ₂₁ tpl	33-60	25,1	16,0	18,8	40,0	Arg.	9,2	77	1,41	21,64	11,84	0,57
B ₂₂ tpl	60-100	24,4	16,8	23,8	34,9	Fr. arg. ar.	21,2	39	1,43	19,76	12,07	0,34
B ₃ tpl	100 +	24,0	17,5	27,1	31,3	Fr. ar.	8,1	75	1,48	19,01	11,75	0,29

Horiz.	Profund.	pH		C	N	C/N	P ppm	Complexo Sortivo (meq/100 g do solo)					T	V	100 Al / Al + S	
		H ₂ O	KCl					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺				H ⁺
A _p	0-16	5,0	4,4	0,67	0,04	16,0	5,3	0,9	0,2	0,16	0,05	0,72	2,84	4,87	27	35
A ₃	16-33	4,7	4,3	0,34	0,04	8,0	3,3	0,8	0,1	0,17	0,05	1,65	2,87	5,64	20	59
B ₂₁ tpl	33-60	4,8	4,2	0,28	0,04	7,2	1,2	0,9	0,1	0,23	0,18	2,69	2,03	6,13	23	65
B ₂₂ tpl	60-100	4,9	4,2	0,41	0,03	13,2	1,8	1,1	0,1	0,17	0,14	1,45	2,66	5,62	27	49
B ₃ tpl	100 +	5,0	4,3	0,30	0,03	12,0	1,7	1,4	0,8	0,16	0,08	0,73	1,86	5,23	46	23

ADA - Argila dispersa em água.

G.F.- Grau de flocculação.

D.S.- Densidade do solo.

C.E.- Condutividade elétrica.

TABELA 7 - Características físicas e químicas do Perfil 3.

Horiz.	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (%)				Classe Textural	ADA (%)	G.F. (%)	D.S. g/cm ³	Umidade (%)		C.E. (mmho/cm)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila					1/3 atm	15 atm	
A _p	0-20	17,4	53,5	19,1	9,8	Fr. ar.	4,0	59	1,51	13,76	4,07	0,35
C ₁	20-76	22,4	54,1	14,1	9,3	Fr. ar.	3,7	60	1,38	11,24	3,54	1,02
IIC ₂	76-112	18,5	60,3	15,0	6,1	Ar. fr.	2,3	61	1,42	11,08	2,92	0,77
IIIC ₃	112 +	8,7	54,2	19,7	17,3	Fr. ar.	3,6	79	1,32	18,76	6,93	1,34

Horiz.	Profund.	pH		C	N	C/N	P ppm	Complexo Sortivo (meq/100 g do solo)							V	100 Al / Al + S
		H ₂ O	KCl					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T		
A _p	0-20	6,4	5,9	0,70	0,05	16,0	147,0	5,0	0,1	0,25	0,14	0,00	0,33	5,87	93	00
C ₁	20-76	7,1	6,0	0,31	0,02	14,0	118,0	5,2	0,2	0,09	0,61	0,00	0,00	6,10	100	00
IIC ₂	76-112	7,4	5,9	0,23	0,02	12,3	155,5	4,0	0,1	0,09	0,71	0,00	0,00	4,90	100	00
IIIC ₃	112 +	7,4	5,8	0,25	0,02	11,4	121,0	5,2	1,6	0,11	2,50	0,00	0,00	9,41	100	00

ADA - Argila dispersa em água.

G.F. - Grau de floculação.

D.S. - Densidade do solo.

C.E. - Condutividade elétrica.

TABELA 8 - Características físicas e químicas do Perfil 4.

Horiz.	Prof. (cm)	Composição Granulométrica (%)				Classe Textural	ADA (%)	G.F. (%)	D.S. g/cm ³	Umidade (%)		C.E. (mmho/cm)
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila					1/3 atm	15 atm	
A _p	0-23	31,0	51,1	8,5	9,3	Ar. fr.	2,4	74	1,37	7,03	2,57	0,51
B ₂	23-40	25,9	39,0	12,8	22,1	Fr. arg. ar.	6,1	72	1,53	12,44	6,13	0,23
C	40-90	46,2	28,6	15,9	9,2	Fr. ar.	1,8	81	1,53	11,74	4,02	0,20

Horiz.	Profund.	pH		C	N	C/N	P ppm	Complexo Sortivo (meq/100 g do solo)						V	100 Al / Al + S	
		H ₂ O	KCl					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺			T
A _p	0-23	5,6	4,7	0,39	0,04	11,0	3,3	0,9	0,2	0,25	0,06	0,24	1,82	3,47	40	14
B ₂	23-40	5,0	4,1	0,30	0,03	9,5	1,3	0,3	0,2	0,16	0,06	1,71	2,78	5,21	14	70
C	40-90	5,2	4,1	0,26	0,02	15,1	2,0	0,7	0,2	0,12	0,09	1,29	2,06	4,46	25	53

ADA - Argila dispersa em água.

G.F. - Grau de flocculação.

D.S. - Densidade do solo.

C.E. - Condutividade elétrica.



FIGURA 1 - Perfíl 1, em Solo Podzólíco Vermelho Amarelo, no Campus do Píci, Fortaleza-Ce.



FIGURA 2 - Aspecto do Pomar 19, cultivado com jojoba com um ano e meio de idade no Campus do Pici, Fortaleza-Ce.

tre horizontes é plana e clara de Ap para A₃ e plana e gradual entre os demais.

As principais propriedades físicas e químicas são indicadas na TABELA 5. Uma apreciação desta Tabela nos sugere que trata-se de um solo de muito baixa capacidade de retenção de água, principalmente no horizonte A (0 - 58 cm), que está associado à textura arenosa desta camada. A capacidade de retenção de água aumenta com a profundidade, onde também o teor de argila é maior. As características químicas, de modo geral, de acordo com os índices de avaliação de suas propriedades, indicados por KIEHL (1979), pode-se dizer que trata-se de um solo de acidez média, de baixo teor de matéria orgânica e nitrogênio total, pobre em fósforo assimilável e também baixa capacidade de troca de cátions (T), percentagem de saturação e teores de bases trocáveis (Ca, Mg, Na e K). O alumínio trocável, em média, constitui 30% do complexo de troca, apresentando-se em teores considerados de toxidez média para as plantas.

4.1.2 - Perfil 2 (Pomar 9)

O perfil 2 e o aspecto da área são ilustrados nas FIGURAS 3 e 4, respectivamente. Trata-se de um solo profundo, apresentando uma sequência de horizonte A + B + C, com uma profundidade do horizonte C superior a 150 cm; a cor do solo úmido varia de bruno amarelado escuro (10YR 4/4), no horizonte superficial Ap, a cinza clara (10YR 7/1), no horizonte B₃ tpl. No horizonte A, a textura varia de franco arenosa (Ap) a franco-argilo-arenosa (A₃), com estrutura fraca, pequena de blocos subangulares e fraca, média de blocos subangulares, e consistência muito friável, não plástica e não pegajosa. A transição de A para B é plana e clara. O horizonte B é plíntico de espessura superior a 67 cm, apresentando mosqueado comum, médio e distinto de coloração para o solo úmido: amarelo brunado (10YR 6/8), vermelho amarelado



FIGURA 3 - Perfíl 2, em Solo Podzólico Vermelho Amarelo, Abrúptico Plíntico na Fazenda Raposa, Maranhape-Ce.



FIGURA 4 - Aspecto do Pomar 9, cultivado com jojoba com três anos e seis meses de idade, na Fazenda Raposa, Maranguape-Ce.

(5YR 4/8) e vermelho (10YR 4/8); a textura deste horizonte varia de argila a franco-arenosa, com estrutura moderada, média de blocos subangulares e consistência friável, ligeiramente plástica e pegajosa (B_{21} tpl), friável plástica e pegajosa (B_{22} tpl) e friável, plástica e ligeiramente pegajosa (B_3 tpl).

Na Tabela 6 são apresentadas as características físicas e químicas de cada um dos horizontes encontrados no perfil. O horizonte Ap apresenta uma baixa capacidade de retenção de água, que aumenta em profundidade até moderada entre o horizonte B_{21} tpl, que apresenta também maior teor de argila (40%). A avaliação dos resultados da análise química, indica que o solo apresenta uma acidez elevada, baixos teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo assimilável; a capacidade de troca de cátions (T) é média, com elevada percentagem de saturação de alumínio, o qual se encontra a níveis de alta toxidez para as plantas; a percentagem de saturação de bases (S) é muito baixa, encontrando-se teores baixos de cálcio, magnésio e sódio, e somente o potássio com teor médio, não apresentando problemas de sais em nenhum horizonte.

4.1.3 - Perfil 3 (Pomar 5)

O perfil 3 e o aspecto da área são ilustrados nas FIGURAS 5 e 6, respectivamente. É um solo profundo, cujo perfil apresenta sequência de horizontes Ap + C, com o horizonte C subdividido em C_1 , IIC_2 e $IIIC_3$, constituído de sedimentos aluviais. O horizonte Ap, de 20cm de espessura, apresenta coloração úmida, bruno-amarelada-escuro (10YR 3/4); a textura é franca-arenosa com estrutura forte, grande e blocos subangulares, e consistência muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa. A transição de A para C é plana e clara. O horizonte C tem espessura superior a 100cm, com coloração úmida bruno-amarelada-escuro com matiz 10YR, valor

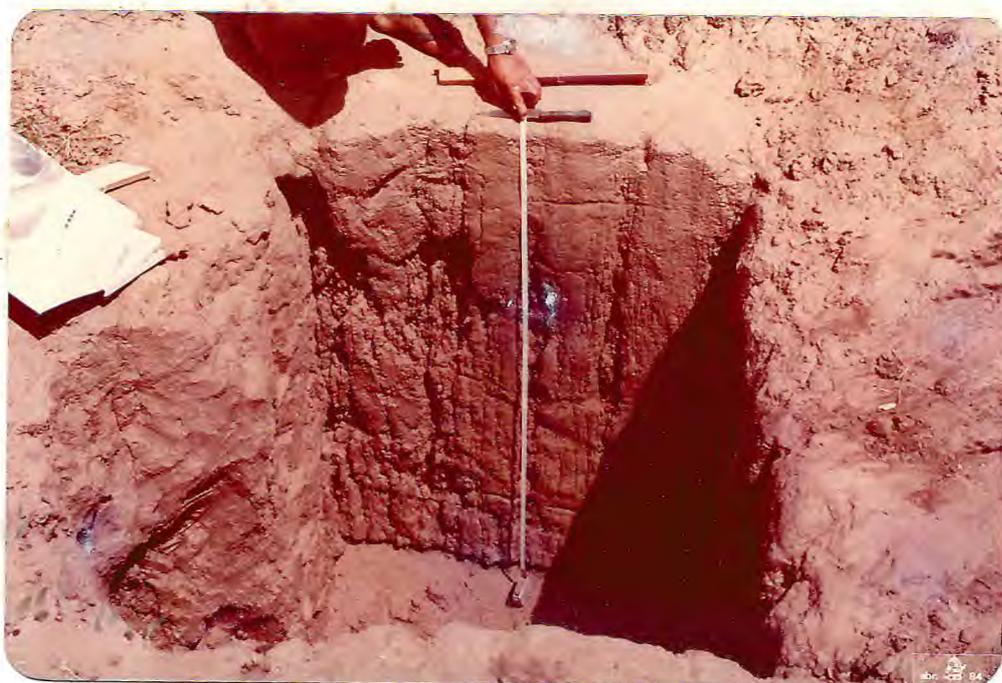


FIGURA 5 - Perfíl 3, em Solo Aluvial Eutrófico, na Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste-Ce.



FIGURA 6 - Aspecto do Pomar 5, cultivado com jojoba com 5 anos de idade na Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste-Ce.

variando de 3 a 4 e croma 4; a textura varia de areia franca e franca-arenosa com estrutura forte grande de blocos angulares para C_1 , fraca, pequena de blocos subangulares para IIC_2 e forte, média de blocos subangulares para $IIIC_3$. A consistência é muito friável, não pegajosa, não plástica para C_1 e $IIIC_3$ e solta, não pegajosa e não plástica para IIC_2 .

As características físicas e químicas de cada horizonte no perfil estão na TABELA 7. Todo o perfil apresenta uma moderada capacidade de retenção de água disponível para plantas. Uma peculiar característica deste perfil é que o teor de silte é, aproximadamente, duas vezes o teor de argila nos três horizontes superficiais, e na fração areia há uma clara predominância de areia fina sobre a grossa. As características químicas revelam que este perfil apresenta uma fraca acidez no horizonte superficial (Ap) e ligeiramente alcalino nos demais horizontes. É um solo sem problemas de sais solúveis, com baixo teor de matéria orgânica e nitrogênio, e bem suprido de fósforo disponível; a capacidade de troca de cátions (T) é média e praticamente saturada em sua totalidade com bases trocáveis. Portanto, não apresenta problemas de toxidez de alumínio. É um solo bem provido de cálcio, deficiente em magnésio e mediantemente de potássio trocável. Estas características fornecem a este solo um alto potencial de fertilidade para a maioria das culturas.

4.1.4 - Perfil 4 (Pomar 14)

O perfil 4 e o aspecto da área estão ilustrados nas FIGURAS 7 e 8, respectivamente. O solo é pouco profundo, com perfil apresentando sequência de horizonte Ap + B + C. O horizonte Ap possui espessura de 23 cm; cor para o solo úmido, bruno-amarelada-escura (10YR 4/4); textura areia franca; estrutura fraca, pequena, de blocos subangulares, e consistência muito friável. A transição de A para B é plana e cla



FIGURA 7 - Perfil 4, em Solo Podzólico Vermelho Amarelo, na Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste - Ce.



FIGURA 8 - Aspecto do Pomar 14, cultivado com jojoba com três anos de idade na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste-Ce.

ra. O horizonte B₂ possui espessura de 17 cm; cor para o solo úmido, bruno-amarelada (10YR 5/4) com mosqueado comum, médio, distinto de cor vermelho-amarelado (5YR 4/8); textura franco-argilo-arenosa; estrutura moderada, média de blocos subangulares, e consistência dura e friável. A transição de B para C é plana e clara. O horizonte C tem espessura de 50 cm, cor úmida bruno (10YR 5/3), textura franco-arenosa.

As principais características físicas e químicas são indicadas na TABELA 8. A capacidade de retenção de água disponível apresenta-se baixa para todo o perfil, embora haja uma tendência a aumentar com a profundidade. As características químicas mostram que este solo é mediantemente ácido, baixo em matéria orgânica, nitrogênio e fósforo assimilável. Apresenta baixos teores de cálcio, magnésio e sódio, e medianamente em potássios trocáveis. Somente o horizonte B possui uma capacidade de troca de cátions (T), média, sendo baixa nos demais. O alumínio trocável apresenta teores de toxidez média (Ap) a alta (B₂ e C), que estão de acordo com a percentagem de saturação de bases baixa e muito baixa.

4.2 - Efeitos da Deficiência em Macronutrientes

4.2.1 - Experimento Hidropônico

4.2.1.1 - Altura de Plantas

As médias de altura de plantas, após 90 e 120 dias de permanência em meio hidropônico com os tratamentos estudados, são apresentadas na TABELA 9. Os resultados sugerem que houve uma adaptação da planta ao meio, visto que verificou-se um crescimento em todos os tratamentos. No entanto, como era esperado, o crescimento não foi uniforme, havendo

TABELA 9 - Altura de planta de jojoba no início e após 90 e 120 dias de cultivo em meio hidropônico.

Tratamento	Altura Inicial	90 dias		120 dias	
		Altura	CR*	Altura	CR*
		cm	%	cm	%
Completa	13,3	27,1	204	30,3	228
Sem N	12,8	20,9	163	22,0	171
Sem P	13,41	24,8	185	25,5	190
Sem K	13,9	16,3	117	16,6	119
Sem S	13,2	13,8	104	13,8	104
Sem Ca	13,0	16,2	124	17,1	131
Sem Mg	13,2	14,4	109	14,7	112
Sem Micros	13,0	17,5	135	17,8	137

* - Crescimento em relação a altura inicial.

variações de acordo com o tratamento. Observa-se que o tratamento com a solução contendo todos os nutrientes apresentou a maior percentagem de crescimento em relação ao tamanho inicial, de 288%, seguida do tratamento sem fósforo, com 190%. Os tratamentos que mais influenciaram negativamente no crescimento foram o sem enxofre e o sem magnésio; o primeiro com 104% em relação ao tamanho inicial e o segundo, com 112%. Durante o tempo que durou o experimento, o crescimento foi relativamente menos afetado na ausência dos macronutrientes nitrogênio e fósforo, isso provavelmente por encontrarem-se em maior quantidade nas reservas das plantas em relação aos demais, bem como a sua mobilidade, que faz com que eles se redistribuam para as zonas de crescimento. No caso da ausência de enxofre, do cálcio e do magnésio, o crescimento foi afetado nos dois primeiros, provavelmente por serem imóveis na planta, pelo que sua ausência afeta logo as zonas de crescimento; e o terceiro por ser componente da clorofila e ativador do maior número de enzimas na planta, quando comparado a outro nutriente, além da possibilidade de ter eles já se encontrado em menor proporção, próximo à deficiência, no início do experimento, o que, além de suas funções essenciais às plantas, pode também ter ocorrido na ausência de potássio.

4.2.1.2 - Matéria Seca da Parte Aérea

A produção de matéria seca para os diferentes tratamentos tem suas médias apresentadas na TABELA 10. Os resultados obedecem o mesmo comportamento apresentado pela altura da planta. Assim, o tratamento que continha todos os nutrientes apresentou um aumento na produção de matéria seca, que percentualmente, em relação ao que existia inicialmente, foi de 224%. De modo similar, os tratamentos sem enxofre e sem magnésio foram os que apresentaram a menor produção. A produção de matéria seca no tratamento com solução nutri

TABELA 10 - Produção de matéria seca de plantas de jojoba após 120 dias de cultivo em meio hidropônico.

Tratamento	g/planta			CR** %
	Folha	Caule	Parte Aérea	
Início*	0,69	0,27	0,96	100
Completa	1,53	0,62	2,15	224
Sem N	1,12	0,54	1,66	173
Sem P	1,13	0,52	1,65	172
Sem K	0,94	0,34	1,28	133
Sem S	0,83	0,25	1,08	112
Sem Ca	0,97	0,43	1,40	146
Sem Mg	0,86	0,27	1,13	117
Sem Micros	1,17	0,43	1,60	166

* - Média de plantas ao início do experimento.

** - Matéria seca em relação ao peso médio de plantas ao início.

tiva completa, embora com o trauma da mudança de meio (solo-solução), aos seis meses de idade apresentou uma produção em torno de 55% superior aos encontrados por FELDMAN et alii (1983), em trabalho de propagação vegetativa de jogoba, utilizando níveis crescente de nitrogênio, fósforo, potássio e zinco, que, após três meses de experimento, obtiveram uma produção de matéria seca variando para os diversos tratamentos, de 1,23 a 1,53 g/planta. Este comportamento reforça a afirmativa de que houve uma razoável adaptação das plantas ao meio de cultivo hidropônico.

4.2.1.3 - Sintomas Visuais

Em todos os tratamentos verificou-se o aparecimento de raízes novas, após uma semana de acondicionamento das plantas nos vasos, sendo que o tratamento que continha todos os nutrientes, bem como o sem nitrogênio, sem fósforo e sem potássio, foram os que mais cedo desenvolveram raízes na quase totalidade das plantas. Estes tratamentos também apresentaram maior desenvolvimento vegetativo, bem como maior número de folhas novas. No que se refere a sintomas típicos de carência, após quatro meses de condução do experimento, somente as plantas do tratamento em que o elemento faltante era o cálcio apresentaram sintomas foliares característicos (FIGURA 9), e na ausência do enxofre observou-se sintomas ainda pouco definidos. Não sendo possível identificá-los para os demais macronutrientes, além de estacionamento no crescimento.

a) Sintomas Observados na Deficiência de Cálcio - Atrofia do ápice dos brotos e folhas terminais, as quais desenvolveram apenas poucos milímetros, com uma coloração clorótica, seguida de necrose que inicia nas pontas das folhas. Igualmente aconteceu com os brotos laterais. Folhas adultas, próximas aos brotos terminais, apresentaram inicialmente uma

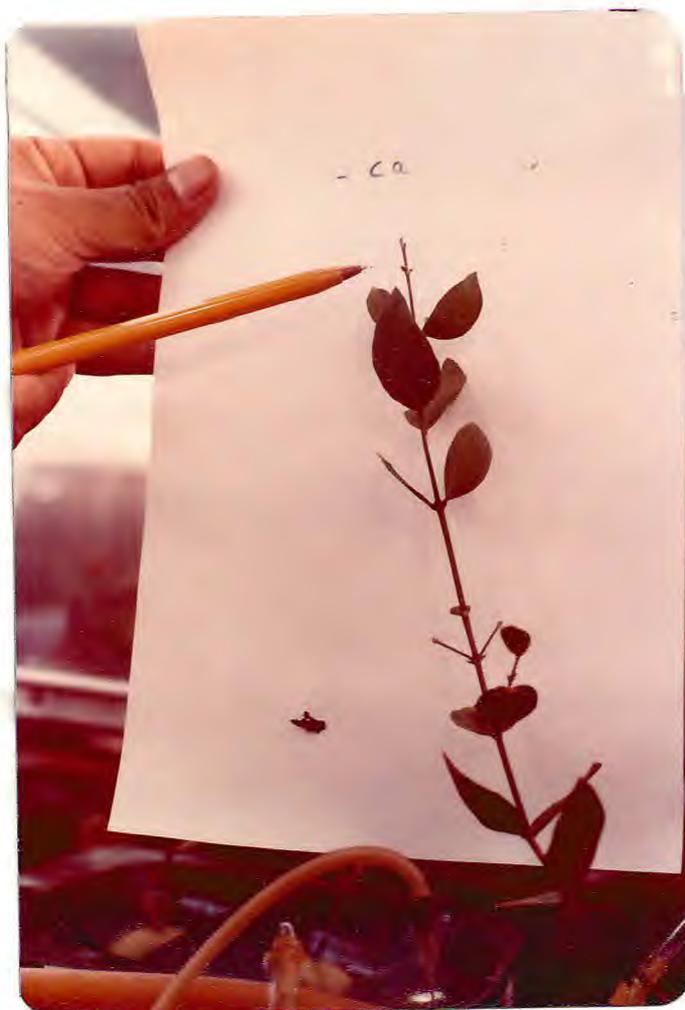


FIGURA 9 - Sintomas de deficiência de cálcio observados em plantas de jojoba cultivada em meio hidropônico.

clorose em suas pontas, que posteriormente se necrosam. As raízes deixaram de se desenvolver e adquiriram um aspecto gelatinoso.

b) Sintomas Observados na Deficiência de Enxofre - Uma clorose uniforme que iniciou nas folhas novas dos brotos, similar ao observado na maioria das culturas. Estacionamento do crescimento, tanto da parte aérea como do sistema radicular.

4.2.1.4 - Teores dos Macronutrientes na Folha e no Caule

Os teores de macronutrientes nas folhas e caule, expresso em percentagem da matéria seca, para os diferentes tratamentos, encontram-se agrupados na TABELA 11. Os dados revelam que os menores teores de cada nutriente encontram-se no tratamento onde o respectivo elemento é o faltante, sendo que nos demais tratamentos as concentrações mostram diversas variações, quando comparadas com o tratamento que recebeu solução nutritiva completa. De modo geral, essas variações no teor de um ou mais nutrientes em relação ao tratamento completo são explicadas, em parte, por um efeito de diluição, dado que os diferentes tratamentos causaram também diferentes desenvolvimento das plantas, além do qual cada nutriente possui sua própria função dentro do processo metabólico, sendo múltiplas as interações que podem existir entre eles. Um outro fator que pode ter intervindo é o estado nutricional inicial das plantas usadas no experimento, que, embora tenham recebido um tratamento uniforme quanto ao abastecimento de nutrientes, antes da implantação do experimento, podem apresentar teores destes a diferentes graus de aproximação a níveis de criticidade.

Pelos motivos acima indicados, é difícil, senão impossível, explicar o efeito da ausência de um determinado nutriente na concentração dos demais, em toda sua extensão.

TABELA 11 - Teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio na folha e caule de jojoba cultivada em meio hidropônico durante 120 dias.

Tratamento	%					
	N	P	K	S	Ca	Mg
FOLHA						
Início*	2,08	0,10	2,44	0,25	0,49	0,46
Completo	2,14	0,16	2,40	0,73	0,83	0,70
Sem N	1,20	0,12	2,00	0,46	0,79	0,71
Sem P	2,49	0,01	1,72	0,43	0,40	0,52
Sem K	2,28	0,06	1,12	0,32	0,48	0,48
Sem S	1,29	0,03	1,20	0,08	0,52	0,31
Sem Ca	2,84	0,14	1,60	0,49	0,42	0,54
Sem Mg	1,32	0,06	2,16	0,25	0,51	0,34
Sem Micros	1,89	0,25	2,32	0,26	0,52	0,49
CAULE						
Início*	0,62	0,08	1,16	0,06	-	-
Completa	1,50	0,15	1,04	0,14	-	-
Sem N	0,58	0,08	0,72	0,07	-	-
Sem P	1,41	0,03	0,68	0,15	-	-
Sem K	1,27	0,13	0,36	0,19	-	-
Sem S	0,94	0,07	0,96	0,03	-	-
Sem Ca	1,18	0,08	1,08	0,17	-	-
Sem Mg	1,27	0,11	1,04	0,07	-	-
Sem Micros	1,20	0,17	1,08	0,08	-	-

* - Composição média inicial das plantas de dois meses de idade no início do experimento.

Por esta razão, apenas serão apresentados alguns dos efeitos mais ressaltantes observados nos tratamentos usados neste experimento.

- Tratamento Completo - Para o tratamento que recebeu todos os nutrientes (completo), os elementos nutritivos que mais variaram em concentração na folha, em relação ao teor inicial, foram o enxofre, cálcio e magnésio, sugerindo que possivelmente o meio em que as plantas se desenvolveram anterior ao hidropônico (solo) era deficiente nestes nutrientes, o que não foi verificado no caso do nitrogênio e potássio. No caso do caule, o teor de potássio no tratamento completo (1,04%) foi inferior aos teores médios das plantas quando iniciaram o experimento, fato não registrado com o nitrogênio, fósforo e enxofre, que duplicaram de concentração.

- Tratamento sem N - As plantas desenvolvidas no meio hidropônico em que o elemento faltante foi o nitrogênio apresentam nas folhas teores para todos os macronutrientes, inferiores ao tratamento completo, observando-se também que, excetuado o teor de nitrogênio, o elemento nutriente que mais sofreu redução na concentração foi o enxofre, provavelmente pela redução nos processos metabólicos que estes elementos participam conjuntamente como fotossíntese, atividade respiratória, síntese de proteína, etc. (VESK et alii, 1966; EPSTEIN, 1975; NOGGLE e FRITZ, 1976; MALAVOLTA, 1980). Similar comportamento do teor de enxofre foi observado no caule. Foi também observada uma tendência de aumento no teor de magnésio, quando comparado ao tratamento completo.

- Tratamento sem P - Quando comparado com o tratamento completo, a ausência de fósforo promoveu nas folhas uma elevação no teor de nitrogênio e diminuição nos teores dos demais macronutrientes, que podem estar associados aos distúrbios

metabólicos causados pela carência de fósforo (NOGGLE e FRITZ, 1976), principalmente em processos que necessitam diretamente de energia metabólica. No caule, os teores de nitrogênio e enxofre se mantiveram muito próximos dos teores encontrados no tratamento completo, sendo que o teor de potássio se manteve bem abaixo.

- Tratamento sem K - No caso da ausência do potássio observou-se nas folhas uma pequena elevação no teor de nitrogênio e uma acentuada redução no teor de fósforo, em relação ao tratamento completo, sendo que os demais nutrientes se mantiveram com teores semelhantes aos encontrados nas plantas no início do experimento. Para o caule, o teor de nitrogênio foi abaixo do encontrado no tratamento completo, e o fósforo se manteve próximo. A elevação do teor de nitrogênio na folha, quando comparada com o encontrado no tratamento completo, pode estar associada à tendência de um acúmulo deste nutriente na forma de compostos solúveis, na ausência de potássio (JONES, 1961; OZBUN et alii, 1965; HARTT, 1969). Já os teores muito baixo de fósforo contrariam a tendência encontrada por JONES (1961), onde em trabalho com tomate, com soluções contendo níveis crescentes de potássio, verificou uma tendência de uma acentuada diminuição no teor de fósforo na folha, quando o nível de potássio no meio crescia.

- Tratamento sem S - Os teores dos macronutrientes na ausência de enxofre, quando comparado ao tratamento completo, foram bastante inferiores, tanto na folha como no caule, sendo que, exceto o enxofre, o nutriente que mais reduziu sua concentração foi o fósforo.

- Tratamento sem Ca - À exceção do teor de nitrogênio, os demais macronutrientes apresentam na folha teores abaixo dos

encontrados no tratamento completo. No caule, o elemento que apresentou teor superior foi o potássio. A tendência de acúmulo de nitrogênio na folha, observada na ausência de cálcio, não é de fácil explicação, visto que este fato contraria o efeito sinérgico entre estes elementos, mostrado por MALAVOLTA (1980).

- Tratamento sem Mg - Nas folhas, a ausência de magnésio mostra uma tendência de diminuição nos teores de nitrogênio (1,32%) e fósforo (0,06%), bem como um aumento no teor de potássio (2,16%), quando se compara ao tratamento completo, que foram 2,14, 0,16 e 2,40%, respectivamente. No caso do teor de nitrogênio e fósforo, a literatura faz referências ao sinérgico existente entre estes elementos e o magnésio (MALAVOLTA, 1980). Já para a tendência de elevação no teor de potássio na folha com a ausência de magnésio, pode ser atribuído ao antagonismo existente entre estes elementos, exigindo que eles se encontrem no meio em proporções equilibradas, a fim de não afetar o desenvolvimento das plantas (JONES, 1961; EPSTEIN, 1975; CORDEIRO, 1979; MALAVOLTA, 1980).

- Tratamento sem Micronutrientes - O tratamento sem micronutrientes, de um modo geral, não apresentou teores dos elementos analisados, tão distantes do tratamento completo, tanto para as folhas como para o caule. Este comportamento não é surpreendente, visto que trata-se de nutrientes que são exigidos pelas plantas, em muito pequenas quantidades, sugerindo que as plantas utilizadas no experimento provavelmente já contavam com quantidades suficientes destes nutrientes, fazendo com que o tempo de duração do experimento não fosse suficiente para manifestação de possíveis efeitos adversos na concentração dos macronutrientes nas plantas.

4.2.2 - Experimento com Areia Lavada

4.2.2.1 - Altura de Plantas

As alturas médias das plantas de jogoba, aos 60 e 120 dias de idade, são apresentadas na TABELA 12. Nesta Tabela observa-se que as plantas de todos os tratamentos, à exceção do tratamento sem cálcio, continuaram a desenvolver até os 120 dias, explicável devido que as sementes de jojoba são relativamente grandes, contendo elevadas reservas nutricionais (STOREY et alii, 1983). A testemunha foi o tratamento que apresentou as menores alturas, tanto aos 60 e 120 dias, e o tratamento que recebeu todos os macronutrientes com ausência de micronutrientes foi o que apresentou a maior altura. Os tratamentos que apresentaram os menores crescimentos relativos, aos 120 dias de idade, foram o sem cálcio, sem enxofre e sem potássio. O fato do tratamento sem cálcio não desenvolver pode ser atribuído à toxidez de alguns dos íons presentes na solução com a ausência deste elemento, já que uma das funções do cálcio é a de neutralizar estes efeitos tóxicos no desenvolvimento das raízes no estágio de germinação (EPSTEIN, 1975; RIOS e PEARSON, 1964). Além de que, existe uma sensibilidade dos pontos de crescimento à deficiência de cálcio, que ocasiona um desarranjo no processo normal de divisão mitótica das células (BOLLARD, 1966; WALLACE, 1966; BURSTROM, 1968; EPSTEIN, 1979).

4.2.2.2 - Matéria Seca da Folha e Caule

A produção de matéria seca da parte aérea, para os diferentes tratamentos, tem suas médias apresentadas na TABELA 13. Observa-se que, exceto o tratamento com solução nutritiva completa, todos os demais apresentaram uma percenta

TABELA 12 - Altura de plantas de jojoba aos 60 e 120 dias de cultivo em areia lavada.

Tratamento	60 dias		120 dias	
	Altura	CR *	Altura	CR *
	cm	%	cm	%
Testemunha	10,5	100	15,5	100
Completa	14,0	133	22,8	147
Sem N	13,0	124	21,0	135
Sem P	14,8	141	21,0	135
Sem K	15,0	143	18,5	119
Sem S	14,1	134	18,3	118
Sem Ca **	3,0	28	-	-
Sem Mg	12,0	115	21,0	135
Sem Micros	16,5	157	24,0	155

* - Crescimento em relação a testemunha.

** - As panículas emergiram e não desenvolveram.

TABELA 13 - Produção de matéria seca de plantas de jojoba após 120 dias de cultivo em areia lavada.

Tratamento	g/planta			CR [*]
	Folha	Caule	Parte Aérea	%
Testemunha	0,38	0,22	0,60	100
Completa	0,57	0,25	0,82	136
Sem N	0,32	0,22	0,54	90
Sem P	0,34	0,17	0,51	85
Sem K	0,39	0,20	0,59	98
Sem S	0,22	0,13	0,35	58
Sem Ca	-	-	-	-
Sem Mg	0,27	0,16	0,43	71
Sem Micros	0,33	0,21	0,54	90

* - Produção de matéria seca da parte aérea em relação a testemunha.

gem de produção de matéria seca, em relação à testemunha, menor que 100%; que pode ser atribuído ao desequilíbrio nutricional existente neste tratamento, onde provavelmente o elemento ausente passou a funcionar como limitante à produção de matéria seca. Observa-se também que, semelhantemente às plantas desenvolvidas em meio hidropônico, os elementos que mais limitaram a produção de matéria seca foram o enxofre e o magnésio, além do cálcio com uma produção de praticamente zero, por motivos explicados no item anterior. Os resultados revelam também que, embora tratassem de plantas 30 dias mais velhas, a produção foi inferior à encontrada no experimento de FELDMAN et alii (1983), mostrado no item 4.2.1.2.

4.2.2.3 - Sintomas Visuais

Para o tempo de duração do experimento (120 dias), com exceção do tratamento sem cálcio, todos os demais apresentaram plantas com bom desenvolvimento (FIGURA 10). No entanto, alguns aspectos, como estiolamento de algumas plantas, tamanho de folhas em relação ao tratamento completo (FIGURA 11), bem como desenvolvimento de raiz (FIGURA 12), foram observados. No que se refere a tamanho de folhas, observa-se que o tratamento completo apresentou folhas com maiores tamanho área superficial, sendo os tratamentos sem enxofre, sem nitrogênio, sem micronutrientes e sem potássio, além da testemunha, os que apresentaram folhas com menores tamanho e diferindo das plantas cultivadas em condições normais de abastecimento de nutrientes. O desenvolvimento do sistema radicular foi pobre nos tratamentos sem fósforo e sem magnésio, observando-se também que no tratamento sem potássio houve uma maior concentração de raízes na parte superior, tendência esta também observada para os tratamentos sem enxofre e sem micronutrientes, fugindo assim das características do sistema radicular desta cultura, que é



FIGURA 10 - Plantas de jojoba cultivadas em areia lavada com diferentes tratamentos.



FIGURA 11 - Folhas de plantas de jojoba cultivadas em areia lavada, mostrando o efeito dos diferentes tratamentos.

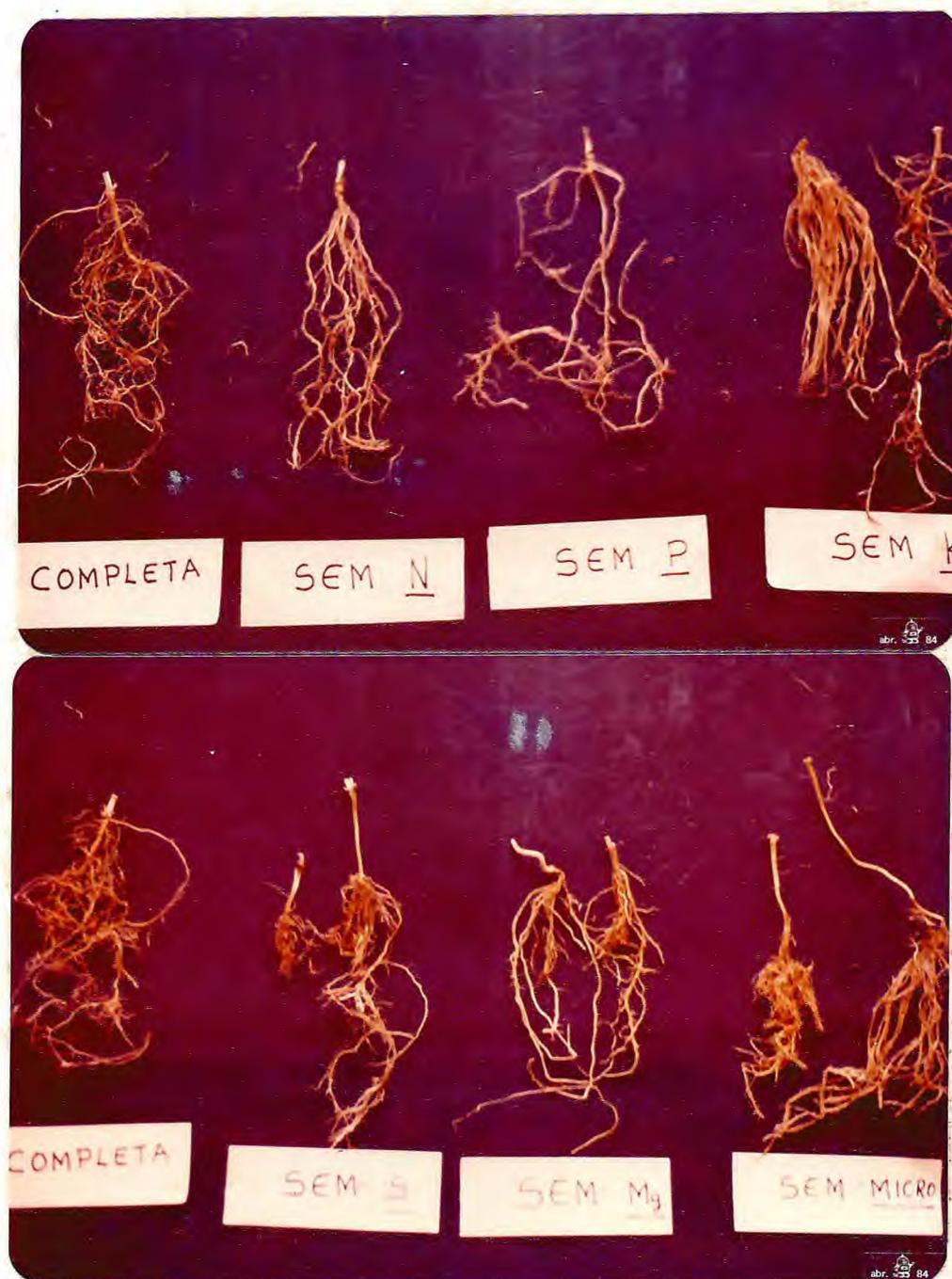


FIGURA 12 - Sistema radicular de plantas de jojoba cultivadas em areia lavada com diferentes tratamentos.

de possuir grande raiz pivotante com desenvolvimento de raízes laterais na extremidade.

No que se refere a sintomas típicos de carência, após quatro meses de condução do experimento, somente as plantas do tratamento em que o elemento faltante era o cálcio apresentaram sintomas típicos na germinação de sementes, quando este elemento é faltante, conforme foi mencionado no item 4.2.2.1. O efeito da ausência de cálcio na germinação das sementes é ilustrado nas FIGURAS 13 e 14, onde observa-se a comparação com plantas do tratamento completo da mesma idade. Os sintomas observados foram os seguintes: estacionamento do crescimento logo após a emissão da panícula; morte do ápice e folhas das panículas; desenvolvimento do sistema radicular estagnado; morte dos pontos de crescimento das raízes, com aparecimento de cor escura.

4.2.2.4 - Teores de Macronutrientes na Folha e no Caule

Na TABELA 14 encontram-se agrupados os teores de macronutrientes nas folhas e caule, expressos em percentagem da matéria seca, para os diferentes tratamentos. Observa-se que os menores teores de cada nutriente encontram-se no tratamento onde o respectivo elemento é o faltante, sendo que nos demais tratamentos as concentrações mostram diversas variações, quando comparadas ao tratamento que recebeu solução nutritiva completa. O grau de dificuldade para explicar tais variações reside nos fatos mencionados quando da discussão do experimento hidropônico, que, por esta razão, serão apresentados alguns efeitos mais marcantes, observados nos tratamentos usados neste experimento. De modo geral, quando se compara os teores encontrados no experimento hidropônico com os do experimento em areia lavada, observa-se que este último apresenta para os diversos tratamentos concentrações superiores ao primeiro. Este fato pode estar associado a diversos fatores, bem como idade das plantas, meio



FIGURA 13 - Efeitos da ausência de cálcio no desenvolvimento de panículas de jojoba em experimento com areia lavada.



FIGURA 14 - Efeitos da ausência de cálcio no desenvolvimento de raízes paniculares de jojoba em experimento com areia lavada.

TABELA 14 - Teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio na folha e caule de jojoba cultivada em areia lavada durante 120 dias.

Tratamento	%					
	N	P	K	S	Ca	Mg
FOLHA						
Testemunha	2,68	0,06	1,20	0,19	1,46	0,30
Completa	3,27	0,05	2,32	0,75	0,94	0,54
Sem N	1,73	0,06	2,72	0,52	0,75	0,52
Sem P	4,27	0,03	2,88	0,98	0,70	0,24
Sem K	4,93	0,05	1,92	1,05	0,76	0,41
Sem S	4,35	0,06	2,72	0,50	0,96	0,42
Sem Ca	-	-	-	-	-	-
Sem Mg	4,07	0,05	2,64	0,74	0,61	0,21
Sem Micros	3,65	0,04	2,00	1,33	1,08	0,54
CAULE						
Testemunha	1,77	0,07	0,08	0,13	0,58	0,02
Completa	1,75	0,07	0,96	0,14	0,56	0,13
Sem N	1,33	0,07	0,88	0,08	0,45	0,09
Sem P	1,93	0,06	1,04	0,16	0,38	0,07
Sem K	2,10	0,08	0,56	0,18	0,35	0,05
Sem S	3,10	0,12	1,28	0,09	0,53	0,09
Sem Ca	-	-	-	-	-	-
Sem Mg	2,03	0,08	0,96	0,18	0,47	0,02
Sem Micros	2,11	0,08	0,96	0,15	0,53	0,06

de desenvolvimento diferente, origem das plantas que iniciaram o experimento - onde, no experimento hidropônico, utilizou-se mudas com dois meses de idade, com a translocação para os vasos, o que pode ter ocasionado traumas relevantes nas mesmas, o que não ocorreu com o experimento com areia lavada, que partiu da germinação - além de muitos outros não facilmente detectáveis.

- Tratamento Completo - Neste tratamento os teores de macronutrientes na folha foram superior à testemunha, com valores dentro da faixa de normalidade nutricional, visto que têm uma certa semelhança aos encontrados por FELDMAN et alii (1983). No caule observou-se o mesmo comportamento.

- Tratamento sem N - Para este tratamento, excetuando o tratamento sem nitrogênio, as reduções de concentrações verificadas, quando comparadas ao tratamento completo, foram: para o enxofre, 0,52%; cálcio, 0,75%; magnésio, 0,54%, sendo que o fósforo e o potássio apresentaram concentrações um pouco superiores. Para o caule, de maneira geral, os teores para todos os macronutrientes foram inferiores ao tratamento completo.

- Tratamento sem P - Quando comparado ao tratamento completo, a ausência de fósforo promoveu nas folhas uma elevação nos teores de nitrogênio, potássio e enxofre, efeitos estes que podem estar associados tanto aos distúrbios metabólicos causados pela carência de fósforo ou ao efeito diluição, ou seja, mesmos teores para uma massa seca menor. No caule, o teor de nitrogênio e potássio se mantiveram superiores aos do tratamento completo.

- Tratamento sem K - No caso da ausência do potássio, obser

vou-se uma acentuada elevação no teor de nitrogênio (4,93%), quando comparado ao tratamento completo (3,27%), o que sugere que, se não for o efeito diluição, pode ter sido confirmado o acúmulo de nitrogênio na ausência de potássio (JONES, 1961; OZBUN et alii, 1965; HART, 1969; SINCLAIR, 1969). Os teores dos demais nutrientes se mantiveram com valores intermediários, em relação ao tratamento completo, observando-se o mesmo comportamento no caso do caule.

- Tratamento sem S - Na ausência de enxofre no meio, observou-se nas folhas uma elevação nos teores de nitrogênio (4,35%), potássio (2,72%) e cálcio (0,96%), quando comparados ao tratamento completo com 3,27, 2,32 e 0,94%, respectivamente, tendência esta observada também no caule.

- Tratamento sem Mg - Neste tratamento, os nutrientes que nas folhas apresentaram concentrações superiores ao tratamento completo foram o nitrogênio e o potássio, sendo que os demais, quando não tiveram valores iguais (caso do fósforo e enxofre), se mantiveram em concentrações inferiores. Neste tratamento, provavelmente foi evidenciado o antagonismo entre o magnésio e o potássio, com a elevação da concentração deste último a baixas concentrações de magnésio (USHERWOOD, 1982).

- Tratamento sem Micronutrientes - No tratamento sem micronutrientes, foi observado comportamento semelhante ao completo, o que provavelmente está associado à quantidade de reservas da semente destes nutrientes, fazendo com que as plantas nesta idade não sofressem os efeitos das suas ausências.

4.3 - Composição Foliar da Jojoba nos Campos Experimentais

A composição foliar em macronutrientes das plantas cultivadas nos campos onde estão localizados os perfis estudados, encontra-se na TABELA 15. Ressalta-se que, embora trata-se de plantações de idades diferentes em solos de fertilidade diferente, a composição, de maneira geral, variou pouco. As folhas das plantas provenientes do Pomar 19 foram as que apresentaram teores ligeiramente superiores, provavelmente por se tratarem de plantas mais jovens. Nos resultados dos campos de Maranguape e Pentecoste, com plantas variando de 3 a 5 anos de idade, verificou-se que, para as folhas novas, o nitrogênio variou de 2,31 a 2,49%; o fósforo, de 0,04 a 0,05%; o potássio, de 1,56 a 1,76%; o enxofre, de 0,10 a 0,18%; já o cálcio e o magnésio variaram, respectivamente, de 0,70 a 0,85% e 0,75 a 0,80%. No caso das folhas maduras, observou-se uma redução notável no teor de nitrogênio (1,01%) nas plantas cultivadas no Pomar 5 (Pentecoste) e do fósforo (0,02%) nas cultivadas no Pomar 9 (Maranguape), com as demais se mantendo dentro ou próximo a faixa de variações encontradas nas folhas novas.

Comparando a composição das folhas das plantas desenvolvidas em campo com as cultivadas em meio hidrônico e areia lavada, os resultados, sugerem uma possível deficiência de enxofre nos quatro pomares, assim como de nitrogênio e fósforo para os pomares 5 e 9, respectivamente, visto que, os seus teores encontram-se inferiores ou dentro da faixa daqueles encontrados nos tratamentos onde os respectivos elementos estiveram ausentes (TABELA 15).

De modo geral os teores de fósforo encontrados são relativamente baixos, quando comparados com outras culturas, o que parece ser o teor normal na jojoba, visto que os valores encontrados concordam com os obtidos por FELDMAN et alii (1983) em condições normais de abastecimento deste nutriente.

TABELA 15 - Teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio em folhas novas (fn) e maduras (fm) de jojoba cultivada em diferentes campos experimentais no Estado do Ceará, e nas folhas de plantas cultivadas em meio hidropônico e areia lavada.

Procedência	%											
	Nitrogênio		Fósforo		Potássio		Enxofre		Cálcio		Magnésio	
	fn	fm	fn	fm	fn	fm	fn	fm	fn	fm	fn	fm
Campo Experimental:												
Pici	2,68	2,45	0,09	0,10	1,80	1,96	0,30	0,34	0,96	1,02	0,41	0,53
Maranguape	2,31	2,18	0,05	0,02	1,76	1,76	0,10	0,14	0,70	0,77	0,84	0,83
Pentecoste (Parte Baixa)	2,33	1,01	0,04	0,04	1,64	1,56	0,18	0,25	0,71	0,74	0,75	0,72
Pentecoste (Parte Alta)	2,49	2,21	0,04	0,04	1,56	1,56	0,15	0,17	0,85	1,05	0,80	1,00
Experimento Hidropônico:												
Tratamento completo	2,14		0,16		2,40		0,73		0,83		0,70	
Teor em deficiência*	1,20		0,01		1,12		0,08		0,42		0,34	
Experimento em Areia Lavada:												
Tratamento completo	3,27		0,05		2,32		0,75		0,94		0,54	
Teor em deficiência*	1,73		0,03		1,92		0,50		-		0,21	

* - Teores encontrados nos tratamentos em que os respectivos elementos se encontravam ausentes.

5 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram as seguintes con
clusões:

a) Caracterização dos Solos

As características morfológicas, físicas e químicas dos quatro perfis, confirmaram as classificações preexisten
tes para estes solos.

Os três solos Podzólicos Vermelho Amarelo estudados apresentaram baixa fertilidade, com deficiência em fósforo, cálcio e magnésio, principalmente, problemas de toxidez de alumínio e de baixa capacidade de retenção de água. O solo Aluvial apresentou alta fertilidade, porém, com limitações no teor de magnésio trocável.

b) Efeitos da Deficiência de Macronutrientes na Jojoba

Nas condições experimentais usadas:

A ausência de cálcio e enxofre foram os tratamentos que mais limitaram o crescimento e produção de matéria seca, seguido dos tratamentos sem magnésio e sem potássio.

A ausência dos macronutrientes no meio de cultivo afetou o tamanho das folhas, sendo que apenas as plantas de
senvolidas no meio com a ausência do cálcio apresentaram sintomas visuais característicos de deficiência nos dois ex
perimentos.

A ausência de cálcio afeta sensivelmente a germina

ção das sementes; provoca atrofia, cloroses e morte das fo_lhas das panículas, como também atrofia e morte dos pontos de crescimento das raízes.

A ausência de nitrogênio no meio provocou redução no teor de enxofre na folha. De modo contrário, as ausências de fósforo, potássio e cálcio, promoveram nas folhas a elevação do teor de nitrogênio.

A comparação dos teores de macronutrientes nas fo_lhas de plantas cultivadas nos quatro campos experimentais, com os das plantas cultivadas em meio hidropônico e areia lavada, indicou uma provável deficiência de enxofre em todos os campos, e de nitrogênio e fósforo nos campos de Pen_tecoste (Parte Alta) e Maranguape, respectivamente.

A análise foliar apresenta-se como um método promissor para a diagnose de deficiências na cultura de jojoba, cujos estudos devem ser intensificados.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, R. G. M. A cultura de jojoba no Nordeste do Brasil. Fortaleza. BNB. ETNE. UFC, Centro de Ciências Agrárias, 1982.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Manual de Adubação. Coordenadores: E. Malavolta /e/ J. Peres Romero. 2^a ed. São Paulo, ANDA, 1975.
- BOLLARD, E. G. ' BUTLER, G. W. Mineral nutrition of plants. Ann. Rev. Plant Physical. 17: 77-112, 1966.
- BURSTROM, H. G. Calcium and plant growth. Biol. Rev. 43: 287-316. 1968.
- CAMARGO, P. N. Princípios de Nutrição Foliar. Ed. Agronômica Ceres. São Paulo, 1970.
- CATE, R. B. Jr. & NELSON, L. A. Um método rápido para correlação de análises de solo com ensaios de adubação. In International Soil Testing North Carolina State University, Bol. nº 1, 1965.
- COELHO, M. A. Características de Umidade de Alguns Solos de Aluvião: Normais Sódicos e Sódico - Salinos. Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1971 (Tese de Mestrado).
- COELHO, M. A. & MOTA, F. O. B. Regimes hídricos e térmicos de solos do Estado do Ceará I - Podzólico Vermelho Amarelo, Equivalente Eutrófico, do Município de Fortaleza. Ciências Agrônomicas. Fortaleza, 8 (1-2): 3-8, 1978.

- CORDEIRO, D.S.; BORKERT, C.M.; SFREDD, G.J.; PALHANO, J. P. & DITTBICH, R.C. Efeitos de diversos níveis de fósforo de diferentes fontes fosfatadas na concentração de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas de soja. Ann. I Seman. Nac. de Pesq. de Soja. Vol. I. 276-281, 1979.
- CUTTING, F. W. Jojoba (*Simmondsia chinensis*). s.n.t., 3 f, 1978.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - SNLOS - Manual de Métodos de Análises de Solo. Rio de Janeiro. 1979.
- EPSTEIN, E. Nutrição Mineral das Plantas: Princípios e Perspectivas; tradução e notas /de/ E.Malavolta. Rio de Janeiro, Livros Técnicos Científicos. São Paulo. Ed. da Universidade de São Paulo, 1975.
- ESTRADA, J. & ZAPATA, F. Manual de Analisis de Suelos y Plants. Universidad Nacional Agraria. Depart. de Suelos y Geologia. Mimeografado, Lima, s.d.
- FELDMAN, W. R.; PALZKILL, D. A. & HOGAN, L. Nutrition and growth of vegetatively propagated jojoba. In Proceedings of the fifth International Conference. University of Arizona. 181-195, 1983.
- HART, C. E. Effect of potassium deficiency upon translocation of ^{14}C in attached blades and entire plants of sugarcane. Plant Physiol. 44: 1461-1469, 1969.
- HOEPPE, C. *Simmondsia chinensis* - a plant with a future. Plant Research. 3: 111-116, 1977.
- HOGAN, L. Jojoba a new crop for arid regions new agricultural crops. Bonader, Colorado, American Association for the Advancement of Science, 177-205, 1979.

- HOGAN, L.; PALZKILL, D. A. & DENNIS, R. E. Jojoba in Arizona. Tucson (Arizona), The University of Arizona, 1981.
- JACKSON, M. L. Análises Químicas de Suelos. Omega. Barcelona, 1965.
- JOJOBA - The "super bean" of the future. World Markot Perspective, 13 (9): 1-9, 1979.
- JOJOBA - Nuevo Cultivo para Regiones Aridas: Agric. de La America 23 (11): 6, 10, 14, 38, 48-49, 1980.
- JONES, L. H. Some effects of potassium deficiency on the metabolism of the tomato plant. Can. J. Botany. 39: 593-607. 1961.
- KIEHL, J. E. Manual de Edafologia. Ed. Agronômica Ceres Ltda. São Paulo, 1979. 216-262.
- LIMA, F. A. & MOREIRA, E. G. S. Levantamento detalhado de solos da Fazenda Experimental da Escola de Agronomia, no Vale do Curu (parte alta - segunda aproximação) Mimeogra^ofado. Fortaleza, 4-6, 1973.
- LIMA, F.A.M.; COELHO, M.A.; MOREIRA, E.G.S.; CRISÓSTOMO, L. A.; MOTA, F.O.B.; F^o CARVALHO, R. & DE PAULA, J. L. Levantamento detalhado de solos da Fazenda Raposa, Maranguape, Ceará, Brasil. IN: Relatório de Pesquisas (Solos). Mimeografado. Fortaleza, 1-7, 1980.
- LIMA, F.A.M. ; COELHO, M.A. ; MOTA, F.O.B. ; LIMA, A.R.M. ; MARTINS, P.F.S. & COELHO, F.A.P. Levantamento detalhado de solos, capacidade e alternativas de uso do Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil - In: Relatório de Pesquisas (Solos). Mimeografado, 43j97. Fortaleza, 1980.
- MALAVOLTA, E. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1980.

- MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola, Adubos e adubações. 2^a ed. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1967.
- MASSOUMI, A. & CORNFIED, A.H. A rapid method for determining sulphate in water extract of soil and plants. Analyst, 88: 321-332, 1963.
- MOTA, F. O.; LIMA, F. A. M. & MOREIRA, E. G. S. Classificação dos Solos da Fazenda Experimental do Vale do Curu (Parte Alta). Cienc. Agron. 10 (1): 53-55. 1980.
- MOTA, F.O.B.; MOREIRA, E.G.S.; CARVALHO FILHO, R.; TIMOTEO, S. & LIMA, F.A.M. Classificação Taxonômica e de Capacidade de Uso dos Solos da Fazenda Raposa. Boletim Cearense de Agronomia, 21: 51-56, 1980.
- MUNSELL COLOR COMPANY. Munsell Soil Color Charts. Baltimore, 1954.
- NOGGLE, G.R. & FRITZ, G.J. Introductory Plant Physiology, 1976.
- OZBUN, J. L. ; VOLK, R. J. ; & GACKSON, W. A. Effects of potassium deficiency on photosynthesis, respiration and the utilization of photosynthetic reductant by mature bean leaves. Crop. Sci. 5: 497-500, 1965.
- RICHARDS, L.A. (ed.) Diagnóstico y rehabilitacion de suelos salinos y sódicos. 6^a ed. Editorial Limusa, México, 172p 1974.
- RIOS, M. A. & PEARSON, R. W. The effect of some chemical factores en catton root behavior soil. Sci. Soc. A. Proc. 28: 232-235.
- SINCLAIR, C. The level and distribution of amines in barley as affected by potassium nutrition, arginine level, temperature fluctuation and mildew infection. Plant and Soil. 30: 423-438, 1969.

- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Manual de Métodos de Trabalho de Campo. Campinas, São Paulo, 1976, 36 p.
- STOREY, R.; BOWER, N.; LOVEJOY, C.V. & TAGGART, R. Analysis of selected nutritional and anti-nutritional factores in jojoba seed from the Unidet States an México. IN. Proceedings of the fifth International Conference. University of Arizona. 21-31. 1983.
- USHERWOOD, N. R. Interações de potássio com outros íons. IN: Potássio na Agricultura Brasileira. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fósforo; Instituto Internacional de Potassa; Londrina, Fundação IAPAR, 227-247, 1982.
- VESK, M.; POSSINGHAM, J. V. & MERCER, F. V. The effect of mineral nutrient deficiencies on the estrutura of the leat cells of tomato. Spinach and maiz. Austrália. J. Bot. 14: 1-8.
- VETTORI, L. Métodos de Análises de Solos. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. MA. Rio de Janeiro. Boletim Técnico nº 7, 1969, p. 25.
- WALLACE, A. & FROLICH, E. Calcium requirements of higher plants Nature 209: 634. 1966.
- WALLACE, T. The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants (A colour atas an Guide) 3^a ed. H.M. Stationary Office, Londres, 1961.
- WALTERS, P. R.; MACFARLANE, N. & SPENSLEY, P. C. Jojoba an assessment of prospect. London, Ministry of Overseas Development, 1979. 32 p. (Tropical Products Institute, 6128).
- YERMANOS, D.M.; FRANCOIS, L.E. & TAMMADONI, T. Effects of soil salinity on the development of jojoba. Ecoc. Bot. 21 (21): 69-80, 1967.

YERMANOS, D.M. Jojoba a crop whose time has come. Calif. Agri. 33 (7/8): 4-11, 1979.

YERMANOS, D. M. Jojoba. I. Establishment of commercial plantations. J. Am. Oil. Chemists Soc. 55(12):88-91, 1978.