



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



Centro de Ciências
e Tecnologia

DISSERTAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**VIABILIDADE DO CULTIVO DE CAUPI (*Vigna unguiculata* (L)
WALP) EM ÁREAS COM PROBLEMAS SALINO-SÓDICOS**

EUGÊNIO PACELLI FERNANDES LEITE

Campina Grande - Paraíba
SETEMBRO - 1999

VIABILIDADE DO CULTIVO DE CAUPI (*Vigna unguiculata* (L) WALP) EM ÁREAS
COM PROBLEMAS SALINO-SÓDICOS

EUGÊNIO PACHELI FERNANDES LEITE
LICENCIADO EM CIÊNCIAS AGRÍCOLAS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para obtenção
do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.)

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADORES: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes

Prof. Dr. Hans Raj Ghcyi

CAMPINA GRANDE PB

SETEMBRO – 1999



L533v Leite, Eugênio Pacelli Fernandes Leite
Viabilidade do cultivo de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp) em áreas com problemas salino-sódicos / Eugênio Pacelli Fernandes Leite. – Campina Grande: UFPB, 1999.
125 p.:il.

Dissertação (Mestrado). UFPB/CCT
Inclui Bibliografia

1. Caupi 2. Condutividade elétrica 3. Percentagem de sódio trocável 4. Salinidade I. Título

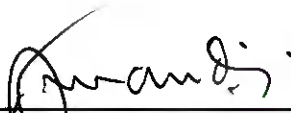
CDU: 633.33

VIABILIDADE DO CULTIVO DE CAUPI (*Vigna unguiculata* (L) WALP) EM ÁREAS
COM PROBLEMAS SALINO-SÓDICOS

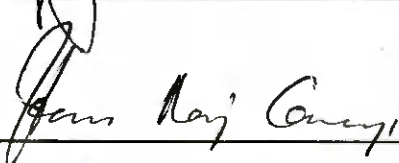
Aprovada em ____ / ____ 1999

BANCA EXAMINADORA

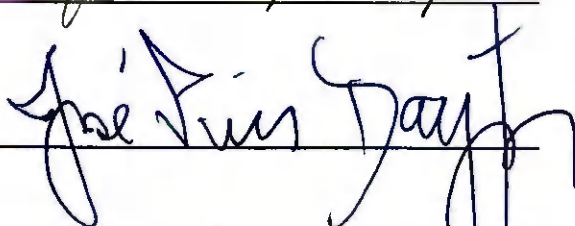
Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes



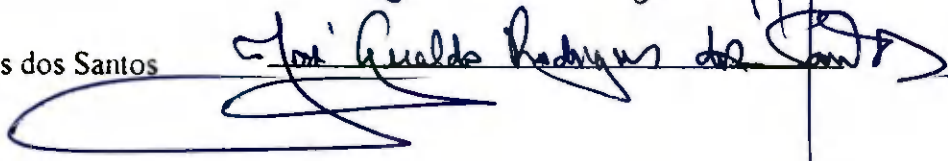
Prof. Dr. Hans Raj Gheyi



Prof. Dr. José Pires Dantas



Dr. Geraldo Rodrigues dos Santos



Para Idalina, Eliane e Lara

“Para o que o suor não me deu

O fogo do amor ensinou

Ser o barro embaixo do sol

Ser chuva lavrando sertão

Qual Alcijadinho de Sabará

E a semente das bananas”

(A Sede do Peixe, Milton Nascimento/Márcio Borges)

VIABILIDADE DO CULTIVO DE CAUPI (*Vigna unguiculata* (L) WALP) EM ÁREAS
COM PROBLEMAS SALINO-SÓDICOS

AGRADECIMENTOS

À toda a minha família, sempre presente, em especial aos meus pais, Domingos e Idalina, nesse ano em que completam cinquenta anos de matrimônio.

À minha Instituição, Escola Agrotécnica Federal de Crato-CE pela oportunidade de participar do Curso de Mestrado.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela boa e constante acolhida, antes representada pelo Prof. Pedro Dantas Fernandes e atualmente, pelo Prof. Carlos Alberto Azevedo e Secretária Rivanilda.

Aos meus orientadores Prof. Pedro Dantas Fernandes e Prof. Hans Raj Gheyi, sempre prontos a interceder de forma harmoniosa para melhor condução do trabalho.

A todos os professores do Curso, em especial aos Profs. José Elias, Hugo Guerra e José Dantas.

Ao Prof. João Gil Luna pela ajuda nas análises estatísticas.

À Escola Agrotécnica Federal de Sousa-PB, pelo apoio na realização da pesquisa, nas pessoas do seu Diretor, Francisco Cicupira, dos alunos Cássio, Socorro, Marcos, Aldo, dos funcionários da Oficina Didática, do Técnico Manoel e demais outros que sempre mostraram boa vontade em contribuir.

Ao Prof. Everaldo Mariano, pela contribuição preciosa no dia-a-dia do trabalho, lá na EAFS.

Aos amigos da turma, em especial à equipe Paulo, Jonildo, Gutemberg e Roger.

À amiga Maria Sallydelândia, companheira de lida em São Gonçalo.

Ao colega Paulo Torres pela contribuição valiosa na revisão de literatura.

Ao Dr. José Geraldo R. dos Santos pelos esclarecimentos precisos.

Ao Gerente do DNOCS/São Gonçalo, Eng^o Agrônomo Arlindo R. dos Santos,
bem como aos funcionários desse órgão, Ivanaldo e Ramos.

Aos funcionários do Laboratório de Solos da UFPB pelo empenho
demonstrado na execução das análises, em especial o Francisco.

Às pessoas de São Gonçalo: Carlinhos, Pedro, Manoelzinho, Nego, Fátima,
Galego e Dona Soledade.

Ao Projeto Nordeste de Pesquisa e Pós-Graduação pelo financiamento desse
trabalho.

À Onipresença Divina a quem sempre recorreremos, principalmente nos
momentos de aflição.

LISTA DE TABELAS

		pág
Tabela 1	Classificações de solos em função da CE, PST e pH	08
Tabela 2	Classificação da água para irrigação quanto ao risco de salinidade	09
Tabela 3	Tolerância à salinidade das culturas selecionadas e seu rendimento potencial em função da salinidade do solo ou da água	13
Tabela 4	Valores limites de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo para evitar efeitos generalizados no desenvolvimento das plantas	14
Tabela 5	Tolerância relativa das culturas ao sódio trocável	16
Tabela 6	Caracterização química do solo nos pontos de coletas de amostras, antes do cultivo	31
Tabela 7	Caracterização química do solo nos pontos de coletas de amostras, após o cultivo	32
Tabela 8	Caracterização física do solo das sub-áreas de cultivo	33
Tabela 9	Laminas medias calculadas e tabeladas, em varias velocidades de rotação do pivô	36
Tabela 10	Valores de capacidade de campo, ponto de murcha permanente, água disponíveis e fração de esgotamento de água da cultura do feijão	39
Tabela 11	Parâmetros de desenvolvimento vegetativo e produção das plantas monitoradas e valores médios de CE e PST correspondentes aos locais de cultivo de cada planta	59
Tabela 12	Resultados de análises estatística descritiva dos dados de CE, PST e de parâmetros vegetativos e de produção da cultura do feijão caupi	62

Tabela 13	Resultados das análises de regressão para os parâmetros estudados	64
Tabela 14	Resultado do teste F de análise de variância e teste t para regressão linear com variável independente PST final (%) e variável dependente matéria seca de grãos (g)	67
Tabela 15	Resultados do teste F de análise de variância e teste t da regressão múltipla com variáveis independentes CE e PST iniciais	70
Tabela 16	Resultados do teste F de análise de variância e teste t de regressão múltipla com variáveis independentes CE e PST finais	72
Tabela 17	Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência com variável independente CE inicial	85
Tabela 18	Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência com variável independente CE final	87
Tabela 19	Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potencia com variável independente PST inicial	89
Tabela 20	Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência com variável independente PST final	91
Tabela 21	Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência com variável independente Interação 1	93
Tabela 22	Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência com variável independente Interação 2	95

LISTA DE FIGURAS

pág

- Figura 1 Aspecto geral da área experimental, apresentando manchas salinas na parte média e inferior da figura, caracterizadas pela ausência de vegetação e coloração esbranquiçada 23
- Figura 2 Croqui da área experimental, localizada na Escola Agrotécnica Federal de Sousa, evidenciando a distribuição dos pontos de coleta de amostras de solo 26
- Figura 3 Faixas com isolinhas de CE_{cs} ($dS.m^{-1}$) obtidas a partir do mapeamento realizado na área de cultivo 27
- Figura 4 Faixas com isolinhas de pH_{cs} obtidas a partir do mapeamento realizado na área de cultivo 28
- Figura 5 Faixas com isolinhas de CE_{cs} , evidenciando as sub-áreas de estudo, onde se encontram as plantas monitoradas durante o experimento 30
- Figura 6 Representação gráfica das subáreas de cultivo, indicando os locais de coleta das amostras de solo e das plantas monitoradas 30
- Figura 7 Vista do canal principal de distribuição de água do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, com lamina de água na altura disponível para irrigação da área experimental 38
- Figura 8 Curvas características de retenção de água do solo das subáreas 1, 2 e 3, respectivamente 40
- Figura 9 Relação entre a umidade do solo e a leitura da sonda de neutros para a área experimental 41

Figura 10	Isolinhas de lençol freático da área experimental (no retângulo), sub-áreas experimentais (quadrados menores) e de áreas adjacentes	42
Figura 11	Eventos de irrigação e acompanhamento umidade do solo ao longo do período experimental	44
Figura 12	Variação da condutividade elétrica para amostras coletadas antes e depois do cultivo, média das profundidades 20, 40 e 60 cm	50
Figura 13	Variação média da percentagem de sódio trocável para as profundidades de 20, 40 e 60cm antes e depois do cultivo	51
Figura 14	Variação do pH médio do solo nas amostras coletadas antes e após o cultivo	54
Figura 15	Aspecto geral da cultura nas sub-áreas 1, 2 e 3, de cima para baixo, aos 25 dias após o plantio	57
Figura 16	Vista da cultura nas sub-áreas 1, 2 e 3, de cima para baixo, aos 55 dias após o plantio	58
Figura 17	Regressão linear com variável independente PST final e variável dependente matéria seca de grãos	67
Figura 18	Correlações entre as variáveis independentes CE e PST iniciais e os parâmetros vegetativos e de produção da cultura do caupi	68
Figura 19	Correlações entre as variáveis independentes CE e PST finais e os parâmetros vegetativos e de produção da cultura do caupi	69
Figura 20	Correlações lineares para as variáveis CE e PST iniciais e CE e PST finais, respectivamente	76
Figura 21	Correlação tipo potência entre CE inicial e os parâmetros de produção e desenvolvimento vegetativo analisados	79

Figura 22	Correlação tipo potencia entre CE final e os parâmetros de produção e desenvolvimento vegetativo analisados	80
Figura 23	Correlação tipo potencia entre PST inicial e os parâmetros de produção e desenvolvimento vegetativo analisados	81
Figura 24	Correlação tipo potencia entre PST final e os parâmetros de produção e desenvolvimento vegetativo analisados	82
Figura 25	Correlação tipo potencia entre Interação I (CE ini . PST ini) e os parâmetros de produção e desenvolvimento vegetativo analisados	83
Figura 26	Correlação tipo potencia entre Interação 2 (CE ini . PST ini) e os parâmetros de produção e desenvolvimento vegetativos analisados	84
Figura 01	Correlações entre $CE_{(1,2,5)}$ x CE_{es} e $pH_{(1,2,5)}$ x pH_{es} , utilizadas no mapeamento da área experimental, respectivamente	112

SUMARIO

	Pág
AGRADECIMENTOS	i
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	v
SUMÁRIO	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Salinidade do solo e da água	04
2.2. Salinidade: danos e tolerância	09
2.3. Salinidade e Vigna	17
2.4. Necessidades hídricas da cultura do feijão caupi	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Caracterização da área do experimento	22
3.2. Delineamento experimental	24
3.3. Instalação do experimento	24
3.3.1. Mapeamento da salinidade da área	24
3.3.2. Caracterização química e física das sub-áreas experimentais	28
3.3.3. Preparo do solo, adubação e plantio	34
3.4. Condução do experimento	35
3.4.1. Sistema de Irrigação	35
3.4.2. Manejo de irrigação	37
3.5. Colheita, análises de desenvolvimento vegetativo e produção	45

3.6. Análises estatísticas	46
3.6.2. Estatística descritiva	46
3.6.2. Análises de regressão	47
3.6.2. Análises de variância e teste t	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1. Evolução da salinidade	49
4.2. Alteração na PST	50
4.3. Alteração no pH do solo	52
4.4. Efeitos dos níveis de CE_{cs} e da PST no desenvolvimento da cultura	54
4.5. Análises estatísticas dos dados	60
4.5.1 Estatística descritiva	60
4.5.2. Análises de regressão	63
4.5.2.1. Regressão linear	66
4.5.2.2. Regressão múltipla	67
4.5.2.3. Regressão potência	77
5. CONCLUSÕES	97
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
APÊNDICE	109
APÊNDICE 1	109
APÊNDICE 2	113
APÊNDICE 3	114
APÊNDICE 4	117
APÊNDICE 5	120
APÊNDICE 6	122
APÊNDICE 7	124

RESUMO

Objetivando o estudo do cultivo de *Vigna* em solo apresentando problemas de salinidade, realizou-se o presente estudo, em área irrigada com pivô central na Escola Agrotécnica Federal de Sousa/PB, no Perímetro Irrigado de São Gonçalo. Inicialmente procedeu-se a um mapeamento dos níveis de CE_{ca} da área experimental. A partir desse levantamento inicial foram localizados 26 pontos, localizados em sub-áreas, denominadas 1, 2 e 3, com níveis salinos variando de CE_{ca} 0,49 a 2,99 $dS.m^{-1}$. Os valores mínimo e máximo de PST observados foram de 2,76% e 82,66%, respectivamente. Nessas condições foi instalada a cultura do caupi, variedade EPACE-10, tendo sido monitoradas 26 plantas nos locais onde foram coletadas as amostras de solo, nas três sub-áreas. O manejo da irrigação foi efetuado com controle da umidade do solo (sonda de nêutrons), buscando manter os teores mínimos de umidade requerido pela cultura, sem prejuízos para a produção. Após a colheita, foram coletadas amostras de solo, nos mesmos locais em que estavam as plantas monitoradas, de forma a se perceber a dinâmica das variáveis de solo em estudo, CE, PST e pH. Houve incremento dos valores de CE, nas três subáreas, em que faixas iniciais passaram de 0,49-1,01 para 2,07-2,99 $dS.m^{-1}$ (subárea 2); de 0,93-1,97 para 2,00-3,99 $dS.m^{-1}$ (subárea 3). Na subárea 1, modificações de menor amplitude, elevaram o limite superior da faixa de 1,16 para 1,24 $dS.m^{-1}$, havendo, no entanto, rebaixamento do limite inferior de 0,63 $dS.m^{-1}$ para 0,59 $dS.m^{-1}$. Houve abaixamento da PST e aumento de Ca^{++} e Mg^{++} trocável. Houve tendência de abaixamento do pH em locais com problemas de sodicidade, porém, os valores finais mantiveram-se ainda em níveis elevados, compatíveis com os maiores valores de PST. Número de folhas, área foliar, matéria seca de folhas, número de ramos, matéria seca de ramos, número de vagens, matéria seca de grãos e produção relativa da cultura foram utilizados para avaliação de desenvolvimento e produção. Níveis salinos de CE_{ca} inferiores a 1,2 $dS.m^{-1}$ e valores de PST abaixo de 4,5%, caracterizaram os locais com plantas que obtiveram maiores produções. Valores iniciais de PST na faixa de 5 a 13%, associados a valores de CE_{ca} de até 1 $dS.m^{-1}$ promoveram redução de todos os índices (em média, 27,77%), sendo mais acentuada a redução da área foliar (32,29%) e menos acentuada na matéria seca de ramos de ramos (19,95%). Valores de PST iniciais, a partir de 20,16% até 82,66% e CE_{ca} variando de 1 a 3,46 $dS.cm^{-1}$ promoveram redução drástica do desenvolvimento e produção da cultura (70%, em média) para todos os parâmetros avaliados. Nesse caso, o menos atingido foi o número de folhas que se reduziu em 63,1% e o mais atingido foi matéria seca de grãos, com redução de 84%. Análises de regressão (múltipla e exponencial) foram realizadas utilizando valores de CE e PST, resultando em modelos matemáticos satisfatórios à descrição das interferências desses parâmetros no desenvolvimento e produção vegetal.

ABSTRACT

Aiming to study the effect of soil salinity on the cowpea (*Vigna umbiculata*) an experiment in area irrigated with central pivot was conducted at the Experimental Station of the Federal Agrotechnical School in Sousa/PB. Initially it was constructed a map with the CE_{ex} levels of the experimental area. On this map 26 points were located in sub-areas denominated 1, 2 and 3 with CE_{ex} levels fluctuating among 0.49 and 2.99 $dS.m^{-1}$. The minimum and maximum values of PST were 2.76% of 82.66%, respectively. The pH on these points were also determined. Under these conditions, the cowpea, variety EPACE-10, was installed. The irrigation programming was done by using a neutron scattering device, trying to keep the minimum levels of humidity required for the culture. After the harvest, the 26 points where the cowpea was cultivated were sampled and the CE, PST and pH determined. It was observed an increment of the CE. in the three sub-areas, where initial intervals passed from 0.59 to 1,24 $dS.m^{-1}$ for the sub-area 1; of 0.49 - 1.01 to 2.07 - 2.99 $dS.m^{-1}$ for the sub-area 2; and of 0.93-1.97 to 2.00-3.99 $dS.m^{-1}$ for the sub-area 3. There was a reduction of the PST and an increase of exchangeable Ca^{++} and Mg^{++} . It was observed a pH reduction on points with sodic problems, however the final values remained elevated, compatible with the biggest values of PST. The cultivar performance was evaluated monitoring the leaf number, foliar area, leaf dry matter, number of branches, branches dry matter, number of string beans, grain dry matter and relative production. Saline levels lower than 1.2 $dS.m^{-1}$ and values of PST below of 4.5%, characterized the places where plants had the greater productions. Initial values of PST in the band of 5 -13%, associated with values of CE_{ex} up to 1 $dS.m^{-1}$ reduced all the indices, in average, 27.77%, being most accentuated the reduction of the foliar area (32.29%) and the least accentuated the branches dry matter (19.95%). Initial values of PST, from 20.16% to 82.66% and CE_{ex} varying from 1 to 3.46 $dS.cm^{-1}$ produced a drastic reduction of the plant development and production, in the order of 70%. The least affected parameter was the number of leaves, which was reduced in 63.1% and the most affected the grain dry matter (84%). Regression analyses (multiple and exponential), using CE and PST, were conducted, resulting in satisfactory mathematical models which describe the interferences of the studied parameters on the plant development and crop production.

I. INTRODUÇÃO

A irrigação e a salinização do solo, em regiões de clima árido e semi-árido, são eventos de conseqüências contrárias, mantendo, contudo, estreita relação. Enquanto a irrigação possibilita a produção agrícola nessas regiões, a salinização, em geral é conseqüência do primeiro e propicia a degradação do solo em seu aspecto fundamental, como recurso natural e fator de produção.

A ocorrência de solos salinos e/ou sódicos é comum nas regiões de clima árido e semi-árido, devido à baixa precipitação e à alta taxa de evaporação. Os sais não lixiviados acumulam-se na zona radicular, em concentrações prejudiciais ao crescimento normal das plantas (RHOADES, 1990). Nessas condições, a irrigação pode ser coadjuvante ou mesmo o principal fator de salinização do solo, uma vez que a magnitude da evaporação promove acréscimo de sais na superfície do solo, além de propiciar um incremento direto do teor salino, através da água de irrigação.

A necessidade de produzir, todavia, impõe a prática da irrigação por reduzir os principais riscos inerentes à atividade agrícola e promover a sua dinamização. Nesse contexto, é possível o cultivo de maior número de espécies, em diferentes épocas do ano, atendendo à demanda de produtos agrícolas.

Os solos afetados por sais, no Brasil, correspondem, segundo estimativas, a uma área superior a 4.000.000 ha (SZABOLCS, 1989). Na Região Nordeste, a área total de solos geneticamente salinos é estimada em mais de 9.000.000 ha (PEREIRA et al., 1985). Porém, há nessa região, área total estimada em mais de 25.000 ha com ocorrência de salinidade induzida, localizada em perímetros irrigados (CHAPMAN, 1975). A salinidade induzida é resultado da ação antrópica e, nesse caso, decorrente da prática da irrigação em áreas onde o controle da drenagem não existe ou é feito de forma ineficiente.

A presença de sais no solo, a ponto de afetá-lo enquanto suporte ao desenvolvimento dos vegetais, manifesta-se por uma concentração tal que chega a interferir no crescimento e produtividade de plantas nativas ou das cultivadas pelo homem (OLIVEIRA, 1997).

Dentre as culturas de importância econômica no Nordeste, sobressai-se o feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp), conhecido ainda como feijão macassar, feijão-de-corda e outras denominações mais regionais, intensamente produzido e consumido na região. Cultivado na estação chuvosa ou com irrigação, é alimento básico da população nordestina, representando cerca de 75% do consumo de leguminosas da Região (ARAÚJO e WATT, 1988).

A variação do nível tecnológico de cultivo faz com que haja disparidades quanto à produtividade do caupi. Produtividades mais baixas giram em torno de 200 kg/ha, enquanto que as mais altas, em cultivo irrigado, chegam a valores superiores a 2.000 kg/ha, ultrapassando esse limite em ensaios experimentais. Produtividade baixa deve-se à prática de agricultura de subsistência, sem técnicas adequadas de cultivo e de irrigação ou então é consequência de níveis comprometedores de sais do solo, em áreas geralmente localizadas

em perímetros irrigados, posteriormente abandonadas em função da impossibilidade de cultivo (GOES, 1978; CAVALCANTE, 1984).

No que concerne à tolerância de *Vigna* à salinidade e sodicidade do solo, há referências de estudos realizados por BRESLER et al., 1982; MAAS, 1986; MAAS e HOFFMAN, 1977; citados por FAGERIA & GHEYI, (1997). No entanto, por ser a salinidade do solo fenômeno de relações intrínsecas às condições ambientais e por ser a tolerância variável até mesmo entre cultivares de uma mesma espécie, há necessidade de se estabelecer parâmetros de campo de importância local, como critério a ser considerado quando da instalação da cultura em áreas irrigadas.

Considerando esses aspectos, foi realizado o presente trabalho, com cultivo do feijão caupi em área irrigada, objetivando-se estudar os efeitos da salinidade e da sodicidade sobre o desenvolvimento/produção das plantas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Salinidade do solo e da água

Salinidade refere-se à concentração de sais minerais dissolvidos presentes na solução do solo em uma unidade de volume ou peso básico. A maior quantidade de solutos salinos compreende os cátions Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e K^+ , além dos ânions Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- e NO_3^- . Outros elementos contribuem para a condição de hipersalinidade de águas, incluindo o B, Sr, Li, Rb, F, Mo, Mn, Ba, Al e o ion SiO_2^{--} , (TANJI, 1990).

A formação de solos salinos, a partir do próprio material rochoso, segundo PIZARRO, (1978), raramente ocasiona o acúmulo de grandes quantidades de sais em um determinado lugar, por não ser somente a intemperização suficiente para tanto. Normalmente, os sais, uma vez constituídos, são conduzidos pela água ao mar ou a depósitos continentais, que assim se salinizam.

Os mecanismos de acumulação de sais ao longo dos perfis de solo são necessários à compreensão da existência dos solos salinos. Estudos da FAO (1973) citados por OLIVEIRA (1997) sugerem distintos ciclos de acumulação de sais no solo, a saber:

- Ciclo continental - compreende a dinâmica de movimentação e acumulação de sais

carbonatos, sulfatos e cloretos entre outros, em solo de drenagem natural deficiente, ocorrendo em dois estágios: (1) ciclo primário de acumulação de sais e (2) ciclo secundário de acumulação de sais.

- Ciclo marinho - refere-se à influência das marés em terras compreendendo faixas de depressões costeiras.
- Ciclo dos deltas - envolve as planícies aluvionais dos rios principalmente em climas áridos e semi-áridos.
- Ciclo antropogênico - advém da ação do homem, como agente de modificação ambiental, através da utilização de técnicas de irrigação inadequadas às características físicas, químicas e mineralógicas dos solos cultivados. A ação antropogênica pode induzir à salinização secundária, no ciclo continental.

O processo de salinização dos solos, inicialmente, deve ser entendido como fenômeno natural, ocorrendo ao longo do tempo, em áreas extensas da superfície terrestre geomorfologicamente predispostas a essa situação. Necessário se faz a interferência do homem, no sentido de manter ou buscar, as características físicas, químicas e biológicas do solo, satisfatórias à prática da atividade agrícola. Contudo, a ação antropogênica no fenômeno de salinização, no geral, permite aceleração do processo. A salinização pode se estabelecer até mesmo em ambientes de ciclo de acumulação primária, antes da ação antrópica, em que muitas vezes, os teores tóxicos de sais eram abaixo do limite de tolerância das plantas cultivadas. Essa salinização, quase sempre decorrente do manejo inadequado do solo e da água, constitui-se em salinização induzida ou salinização secundária (FAO, 1973).

A água de irrigação, nessas condições, constitui-se instrumento da ação do homem, como principal intensificador da salinização do solo, através de transporte e acumulação de sais (PIZARRO, 1978; AYERS & WESTCOT, 1991). A água de irrigação

promove a adição de sais na zona radicular, que, ao longo do cultivo, tem sua concentração aumentada em função da evapotranspiração. Continuamente, esse fenômeno se repete e chega a transpor o limite de tolerância apresentado pela cultura, com redução em seus rendimentos.

Torna-se importante, então, o conhecimento da qualidade da água a ser utilizada em irrigação. A qualidade da água para irrigação varia de acordo com o tipo e concentração de sais e, também, em função do grau de salinização promovido pelo seu uso, em determinado período de tempo (AYERS & WESTCOT, 1991).

Ainda, conforme os autores supracitados, a avaliação da qualidade da água utilizada em irrigação, tem por base diretrizes que se referem, como plano de superior importância, aos efeitos causados pela sua utilização, sobre a produção da cultura. Porém, sendo a água um só dos fatores interferentes no processo, ela por si, não pode ter qualidade inerente, a não ser quando relativa ao contexto de utilização (FRENKEL, 1984). É preciso, portanto, o manejo racional do sistema água-solo-planta para que se possa minimizar a intensidade dos efeitos resultantes do uso de água com determinadas características.

De acordo com SHALHEVET & KAMBUROV (1976), a dinâmica de movimentação e as perdas por evapotranspiração da água no solo se dão nas seguintes formas: (a) movimentos verticais descendentes e ascendentes, durante a infiltração e evaporação; (b) concentração da solução, resultante da redução do conteúdo volumétrico de água devido a evapotranspiração; (c) precipitação dos constituintes da solução ao atingir concentração crítica; (d) troca de cátions e alterações na permeabilidade do solo; (e) intemperização e solubilização de minerais e de sais.

A partir da interdependência existente entre essas fases, é possível perceber a necessidade de uma quantidade a mais de água a ser infiltrada, na forma de fração de lixiviação, com o fim de se evitar concentrações limites de sais na zona radicular. Nesse

setor, a concentração de sais tem que ser mantida em níveis adequados à tolerância apresentada pela cultura. (RICHARDS, 1954). Vários estudos envolvendo balanço de sais no solo têm sido desenvolvidos, visando à previsão e ao controle da salinidade, nesse último caso, através da manutenção do teor de sais da solução do solo em níveis adequados ao desenvolvimento da cultura (RHOADES & LOVEDAY, 1990; van HOORN & van ALPHEN, 1994).

Um dos aspectos específicos do problema da salinização do solo é o fenômeno da sodificação, caracterizado pelo acúmulo do íon Na^+ , em condições de drenagem deficiente, associado a elevadas taxas de evapotranspiração no ambiente. O processo pedogenético da sodificação é resultante da acumulação excessiva de sódio no complexo de troca do solo (OLIVEIRA, 1997).

Um solo adequado às atividades agrícolas deve apresentar, dentre outras propriedades físicas desejáveis, porosidade em grau suficiente ao deslocamento do ar e da água em seu interior. Solos salinos também podem apresentar tais características. As restrições de tais solos ao cultivo devem-se à escassez de água às plantas, provocada pelas interações eletroquímicas que ocorrem entre os sais e as argilas; bem como às interferências fisiológicas e aos efeitos tóxicos provocados por alguns íons (LIMA, 1997).

Por sua vez, os solos sódicos têm sua permeabilidade reduzida, quanto mais alto for o teor de sódio trocável presente na solução. Em solos sódicos, reações físicas e químicas causam formação de agregados, inchaço e dispersão de minerais de argila, reduzindo a permeabilidade e a infiltração (RHOADES, 1982).

O solo e a água, em função do maior ou menor grau de salinização e/ou sodificação, são classificados por faixas, à luz de vários critérios. Para o solo, a classificação mais comum é a de RICHARDS (1954), que expressa o teor de sais do solo através da condutividade elétrica (CE) e da percentagem de sódio trocável (PST). O limite

entre solos salinos e não salinos, segundo essa classificação é o valor de CE de 4 dS.m^{-1} . Há uma tendência de abaixar esse valor para 2 dS.m^{-1} , manifestada pelo Comitê de Terminologia Americana de Ciências do Solo, em função de sensibilidade apresentada por plantas a essa condição de salinidade (BOHN et al., 1985). A classificação em categorias de salinidade, em ambos os casos, constam na Tabela 1.

Tabela 1. Classificações de solos em função da CE, PST e pH.

Solo	Classificação ¹	Classificação ²
Normal	CE $3 < 4$ PST < 15 pH $< 8,5$	CE < 2 PST < 15 pH $< 8,5$
Salino	CE > 4 PST < 15 pH $< 8,5$	CE > 2 PST < 15 pH $< 8,5$
Sódico	CE < 4 PST > 15 pH $> 8,5$	CE < 2 PST > 15 pH $> 8,5$
Salino-sódico	CE > 4 PST > 15 pH $< 8,5$	CE > 2 PST > 15 pH $< 8,5$

¹ Classificação de Richards (1954).

² Classificação proposta por Bohn et al. (1985).

³ CE do extrato de saturação em dS.m^{-1} .

A água para uso em irrigação, deve ser avaliada sob os aspectos de salinidade, sodicidade e toxicidade de ions (HOLANDA & AMORIM, 1997). A CE é o parâmetro mais utilizado para classificação da água de irrigação com base no risco de salinização. Três classificações são consideradas sob esse aspecto, com escala de critérios diferenciados, conforme explicitado na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação da água para irrigação quanto ao risco de salinidade.

Classes de Salinidade	Richards (1954)	UCCC ¹	Risco de salinidade	Ayers & Westcot (1991) ³	
	Faixas de CE_a ² ($dS.m^{-1}$)			Faixas de CE_a ($dS.m^{-1}$)	Problema de salinidade
C ₁	<0,25	<0,75	Baixo	<0,70	nenhum
C ₂	0,25-0,75	0,75 - 1,50	Médio	0,70 - 3,00	moderado
C ₃	0,75-2,25	1,50 - 3,00	Alto	> 3,00	severo
C ₄	> 2,25	> 3,00	Muito Alto	-	-

¹ UCCC - University of California Committee of Consultants (Fonte: Frenkel, 1984; Pizarro, 1978).

² CE da água.

³ Classificação também com base UCCC.

2.2. Salinidade: danos e tolerância

Os efeitos da salinidade do solo sobre as culturas manifestam-se logo que o teor de sais supera o limiar de sua tolerância, reduzindo a taxa de crescimento das plantas. A hipótese que parece ajustar-se melhor para explicar tal fato, é a de que o excesso de sais no solo promove a redução do crescimento da planta, principalmente por aumentar a energia que a planta tem que desprender para retirar água do solo e fazer os ajustes bioquímicos necessários para sobreviver. Essa energia é desviada dos processos que conduzem ao crescimento e produção, inclusive desenvolvimento das células e síntese de metabólitos e combinações estruturais (RHOADES, 1982).

Os efeitos negativos do excesso de sais nas culturas apresentam-se, também, sob forma de toxidez promovida por sais específicos, quando em concentrações excessivas, caso dos íons sódio, cloreto e boro. Os níveis de concentração tóxica desses íons variam com a espécie vegetal, geralmente sendo mais altos para o cloro e mais baixos para o boro

(MEIRI & SHAVELEVET, 1973).

No caso do cloreto, concentrações de 0,3 a 1,0 % com base no peso das folhas, induzem a danos que se sucedem da necrose excessiva, inicialmente nas folhas, ao desfolhamento da planta. Os sintomas de toxidez por Na manifestam-se sob forma de queimaduras ou necrose ao longo das bordas das folhas, em concentrações de 0,25 a 0,50%, em base de peso seco. Já com o boro, concentrações foliares da ordem de 250 a 300 mg/Kg de matéria seca já são suficientes para provocar sintomas de toxidez na forma de manchas secas nas bordas e ápices de folhas mais velhas. Os sintomas de toxidez provocados por esses ions variam, ainda, especificamente com a cultura. O acúmulo tóxico do elemento na planta ocorre não só a partir do solo, mas também a partir da água de irrigação, como se verifica na maioria dos casos de fitotoxidez provocada por boro (AYERS & WESTCOT, 1991).

O desequilíbrio nutricional é outra ação desfavorável dos efeitos da alta concentração dos sais sobre as plantas, de forma indireta, diferentemente da toxidez. Os processos normais de absorção de nutrientes são afetados pela presença preponderante de alguns ions salinos na solução do solo. O sódio, apesar de não ser considerado essencial às plantas, quando em concentrações adequadas pode favorecer o cultivo de algumas hortaliças, especialmente beterraba, aipo, acelga e nabo (RICHARDS, 1954; DAKER, 1988). Quando em excesso na solução do solo, ocorre maior absorção de Na, afetando o desenvolvimento da planta (SALISBURI & ROSS, 1978). Outra observação é que, para algumas culturas anuais, a toxicidade do sódio manifesta-se muito mais em função da deficiência de cálcio, resultado de complexas interações entre esses ions (AYERS & WESTCOT, 1991).

A interferência no desenvolvimento normal da cultura, em solos com

excesso de sódio, por sua vez, processa-se também através de fenômeno físico, caracterizado pela diminuição da permeabilidade e conseqüente diminuição da infiltração de água (RHOADES, 1982). Outra interferência, que se remete ao aspecto nutricional, é verificada quando em faixas de pH geralmente altas, associadas a solos sódicos, reduzem-se a disponibilidade de elementos essenciais às plantas (BHUMBLA & ABROL, 1978). Nesse caso, a absorção do potássio, do cálcio e do magnésio são reduzidas (RUSSEL & RUSSEL, 1973).

As alterações de qualquer origem, provocadas pelo sais na planta, têm especificidades inerentes à natureza dos íons salinos, às condições ambientais, às técnicas de cultivo e, de forma especial, à tolerância apresentada pela espécie vegetal ou pela cultivar (STROGONOV, 1964).

A tolerância à salinidade de muitas culturas, pode ser expressa pelo modelo matemático (MAAS & HOFFMAN, 1977):

$$Y_r = 100 - b \cdot (CE_{es} - a)$$

onde Y_r corresponde à percentagem do rendimento da colheita, sob determinada condição salina; "a" é o nível de salinidade limiar da cultura, a partir de que há decréscimo na produção; CE_{es} é a condição de salinidade do solo, representada pela condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, em $dS.m^{-1}$ e "b" a perda potencial de rendimento, provocada pelo aumento unitário acima do limiar de tolerância da cultura.

Como cada cultura apresenta tolerância em maior ou menor grau em diferentes níveis de concentração salina, é de fundamental importância o conhecimento dessas informações como parâmetros diferenciadores do manejo de água e solo. Vários

trabalhos foram desenvolvidos com esse intuito, resultando em tabelas de classificação das espécies. MAAS & HOFFMAN (1977) e MAAS (1984) desenvolveram estudo nesse sentido, de forma a classificar as culturas por faixas de tolerância a diferentes níveis de salinidade da água e do extrato de saturação do solo, e mais, relacionando perdas percentuais de rendimento relativo das referidas culturas para diferentes faixas de CE. Na Tabela 3 encontram-se dados apresentados pelos autores acima citados e organizados por SANTOS et al. (1997).

BERSTEIN (1974), AYERS (1977), BRESLER et al. (1982), AYERS & WESCOT (1991) também produziram dados dessa natureza, compilados por LIMA (1997) conforme apresentados na Tabela 4.

Tabela 3. Tolerância à salinidade das culturas selecionadas e seu rendimento potencial em função da salinidade do solo ou da água.

CULTURAS	RENDIMENTO POTENCIAL									
	100%		90%		75%		50%		0%	
	CEes	CEa	CEes	CEa	CEes	CEa	CEes	CEa	CEes	CEa
EXTENSIVAS										
Algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>)	7,7	5,1	9,6	6,4	13,0	8,4	17,0	12,0	27,0	18,0
Beterraba açucareira (<i>Beta vulgaris</i>)	7,0	4,7	8,7	5,8	11,0	7,5	15,0	10,0	24,0	16,0
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	6,8	4,5	7,4	5,0	8,4	5,6	9,9	6,7	13,0	8,7
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	6,0	4,0	7,4	4,9	9,5	6,3	13,0	8,7	20,0	13,0
Soja (<i>Glycine max</i>)	5,0	3,3	5,5	3,7	6,3	4,2	7,5	5,0	10,0	6,7
Caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)	4,9	3,3	5,7	3,8	7,0	4,7	9,1	6,0	13,0	8,8
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	3,3	2,2	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	11,0	7,4
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>)	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3	6,6	4,4
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	1,7	1,1	3,4	2,3	5,9	4,0	10,0	6,8	19,0	12,0
Milho (<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,2
Linho (<i>Linum usitatissimum</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Feijão-fava (<i>Vicia faba</i>)	1,5	1,1	2,6	1,8	4,2	2,0	6,8	4,5	12,0	8,0
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
HORTALIÇAS										
Abobrinha italiana "zucchini squash" (<i>Cucurbita pepo melopepo</i>)	4,7	3,1	5,8	3,8	7,4	4,9	10,0	6,7	15,0	10,0
Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>)	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15,0	10,0
Abobrinha "scallops squash" (<i>Cucurbita pepo melopepo</i>)	3,2	2,1	3,8	2,6	4,8	3,2	6,3	4,2	9,4	6,3
Brócolis (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	2,8	1,9	3,9	2,6	5,5	3,7	8,2	5,5	14,0	9,1
Tomateiro (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,0	5,0	13,0	8,4
Pequeno (<i>Cucumis sativum</i>)	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10,0	6,8
Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)	2,0	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7	15,0	10,0
Aipo (<i>Apium graveolens</i>)	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18,0	12,0
Repolho (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7,0	4,6	12,0	8,1
Batata (<i>Solanum tuberosum</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Milho doce (<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Batata doce (<i>Ipomoea batatas</i>)	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0	11,0	7,1
Pimentão (<i>Capsicum annuum</i>)	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,6	5,8
Alface (<i>Lactuca sativa</i>)	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,1	3,4	9,0	6,0
Rabanete (<i>Raphanus sativus</i>)	1,2	0,8	2,0	1,3	3,1	2,1	5,0	3,4	8,9	5,9
Cebola (<i>Allium cepa</i>)	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,4	5,0
Cenoura (<i>Daucus carota</i>)	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,0	8,1	5,4
Feijão-de-vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	6	2,4	6,3	4,2
Nabo (<i>Brassica rapa</i>)	0,9	0,6	2,0	1,3	3,7	2,5	6,5	4,3	12,0	8,0
FRUTEIRAS										
Tamareira (<i>Phoenix dactylifera</i>)	4,0	2,7	6,8	4,5	11,0	7,3	18,0	12,0	32,0	21,0
Pomelo, Grapefruit (<i>Citrus paradisi</i>)	1,8	1,2	2,4	1,6	3,4	2,3	4,9	3,3	8,0	5,4
Laranja (<i>Citrus sinensis</i>)	1,7	1,1	2,4	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8,0	5,3
Videira (<i>Vitis sp.</i>)	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12,0	7,9
Amoreira-preta (<i>Rubus sp.</i>)	1,5	1,0	2,0	1,3	2,6	1,8	3,8	2,5	6,0	4,0
Amoreira (<i>Rubus ursinus</i>)	1,5	1,0	2,0	1,3	2,6	1,8	3,8	2,5	6,0	4,0
Morangueiro (<i>Fragaria sp.</i>)	1,0	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	4,0	2,7

Fonte: Maas & Hoffman (1977) e Maas (1986). 'Ces, significa salinidade da zona radicular medida em condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, expressa em deciSiemens por metro ($dS \cdot m^{-1}$) a 25 °C. CEa significa condutividade elétrica da água de irrigação, em $dS \cdot m^{-1}$. A relação entre a salinidade do solo e da água (CEes = 1,5 CEa) considera uma fração de lixiviação de 15-20%, para um solo de textura média.

Tabela 4. Valores limites de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo para evitar efeitos generalizados no desenvolvimento das plantas.

Nome	Nome Científico	CEes (dS.m ⁻¹)
Abacate	<i>Persea americana</i>	1,3
Abobrinha	<i>Cucumis sativa</i>	2,5
Abobrinha	<i>Curcubita pepo melopepo</i>	3,2
Abobrinha italiana	<i>Curcubita pepo melopepo</i>	4,7
Aipo, salsão	<i>Apium graveolens</i>	1,8
Alface	<i>Lactuca sativa</i>	1,3
Alfafa	<i>Medicago sativa</i>	2,0
Algodocairo	<i>Gossypium hirsutum</i>	7,7
Ameixa	<i>Prunus domestica</i>	1,5
Amêndoa	<i>Prunus dulcis</i>	1,5
Amendoim	<i>Arachis hypogaea</i>	3,2
Amoreira	<i>Rubus ursinus</i>	1,5
Amoreira preta	<i>Rubus spp.</i>	1,5
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	3,0
Azeitona	<i>Olea europaea</i>	2,7
Azevém	<i>Lolium perenne</i>	5,6
Batata	<i>Solanum tuberosum</i>	1,7
Batata-doce	<i>Ipomoea batatas</i>	1,5
Bananeira ¹	<i>Musa cavendishii</i>	2,0
Beterraba	<i>Beta vulgaris</i>	4,0
Beterraba açucareira	<i>Beta vulgaris</i>	7,0
Brócolis	<i>Brassica oleracea botrytis</i>	2,8
Cana-de-açúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	1,7
Capim bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	6,9
Capim doce	<i>Phalaris tuberosa</i>	4,6
Capim dos pomares	<i>Dactylis glomerata</i>	1,5
Capim mimoso	<i>Eragrostis spp.</i>	2,0
Capim sudão	<i>Sorghum sudanense</i>	2,8
Cartamo	<i>Carthamus tintorius</i>	5,3
Caupi	<i>Vigna unguiculata</i>	1,3
Cebola	<i>Allium cepa</i>	1,2
Cenoura	<i>Daucus carota</i>	1,0
Cevada (forragem)	<i>Hordeum vulgare</i>	6,0
Cevada (grão)	<i>Hordeum vulgare</i>	8,0
Comichão dos pântanos	<i>Lotus uliginosus</i>	2,3
Couve-flor	<i>Brassica oleracea</i>	2,5
Damasqueiro	<i>Prunus armeniaca</i>	1,6
Elmo	<i>Elymus triticoides</i>	2,7
Ervilha	<i>Pisum sativum L.</i>	2,5
Espinafre	<i>Spinacia oleracea</i>	2,0
Feijão fava	<i>Vicia faba</i>	1,6
Feijoeiro	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1,0
Festuca	<i>Festuca elatior</i>	3,9
Figo	<i>Ficus carica</i>	2,5
Framboesa	<i>Rubus idaeus</i>	1,0
Laranja	<i>Citrus sinensis</i>	1,7
Limão	<i>Citrus limon</i>	1,7
Linho	<i>Linum usitatissimum</i>	1,7
Maçã	<i>Malus sylvestris</i>	1,7
Melão cantaloupe	<i>Cucumis melo</i>	2,2
Milho doce	<i>Zea mays</i>	1,7
Milho forrageiro	<i>Zea mays</i>	1,8
Milho grão	<i>Zea mays</i>	1,7
Morango	<i>Fragaria spp.</i>	1,0
Nabo	<i>Brassica rapa</i>	0,9
Noz	<i>Juglans regia</i>	1,7
Pera	<i>Pyrus communis</i>	1,5

Tabela 4. (continuação)

Nome	Nome Científico	CEes (dS.m ⁻¹)
Pêssego	<i>Prunus persica</i>	1,7
Pimentão	<i>Capsicum annum</i>	1,5
Pomelo (grapefruit)	<i>Citrus paradisis</i>	1,8
Rabanete	<i>Raphanus sativus</i>	1,2
Repolho	<i>Brassica oleracea capitata</i>	1,8
Romã	<i>Punica granatum</i>	2,5
Sesbânia	<i>Sesbania exaltata</i>	2,3
Soja	<i>Glycine max</i>	5,0
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	4,0
Tamarceira	<i>Phoenix dactylifera</i>	4,0
Tomateiro	<i>Lycopersicum esculentum</i>	2,5
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	6,0
Vagem	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	1,5
Videira	<i>Vitis spp.</i>	1,5

Fonte: adaptado de BERSTEIN (1974), AYERS (1977), BRESLER et al. (1982), AYERS & WESTCOTT (1997).

¹ SANTOS (1997).

Comparando os dados expostos nas Tabelas 3 e 4, observa-se que nessa última, os valores limites de CE são mais baixos para várias culturas. Essa variação do limiar de tolerância à salinidade, comprova a necessidade de estudos que culminem com o estabelecimento de índices mais aproximados às peculiaridades do ambiente de cultivo.

A tolerância ao sódio, expressa pela percentagem desse elemento na forma trocável, é também considerada no estabelecimento de valores limites, a partir de que há interferência no desenvolvimento e produção das culturas. A Tabela 5 (AYERS E WESTCOST, 1991) contem dados referentes à tolerância de algumas espécies.

Tabela 5. Tolerância relativa das culturas ao sódio trocável.

Sensíveis (PST < 15)	Semi-tolerantes (PST de 15 a 40)	Tolerantes (PST > 40)
Caupi	Trigo	Capim de Rhodes
Grão de bico	Tomate	Capim Angola
Amendoim	Espinafre	Algodão
Lentilha	Sorgo	Capim Bermuda
Tangerina	Centeio	Beterraba Açucareira
Pêssego	Arroz	Beterraba
Laranja	Rabanete	Cevada
Pomelo (grapefruit)	Cebola	
Ervilha	Aveia	
Milho	Mostarda	
Algodão (germinação)	Trevo	
Feijão	Cana-de-Açúcar	
Noz	Milheiro	
Frutas Caducifólias	Alface	
Abacate	Fetisca	
	Cenoura	

Fonte: AYERS & WESTCOST (1991).

Segundo RHOADES (1982), as plantas, de maneira geral, são mais tolerantes durante a germinação e mais sensíveis logo após essa fase, nos primeiros estádios do ciclo vegetativo. Conseqüentemente, torna-se necessária a obtenção de índices salinos adequados, nesses períodos críticos. Esse autor cita, ainda, haver diferença de tolerância a sais dentro de uma mesma espécie e de variedade para variedade. Varia, também, em função do método e freqüência de irrigação. Como a água se torna limitada na zona radicular, as plantas sofrem estresse hídrico, ocasionado por tensões de baixos potenciais matriciais e osmóticos, fazendo com que a absorção de água seja favorecida, nos métodos de irrigação por sulcos e inundação. As concentrações salinas em perfis de solo irrigados com bastante freqüência, mudam constantemente, podendo diferir em determinada profundidade. A planta apresentará resposta coerente com a concentração salina na profundidade efetiva das raízes, responsável pelo maior volume de absorção de água.

A tolerância das plantas à salinidade não é parâmetro geral, vez que é

influenciado por uma série de outros fatores já descritos anteriormente. Considerando esse aspecto, FAGERIA & GHEYI (1997) apresentam três critérios para avaliação da tolerância de algumas espécies ou cultivares: (a) a tolerância pode ser considerada como a capacidade de sobrevivência da planta sob condições de elevados níveis salinos; (b) pode ser considerada do ponto de vista da capacidade produtiva da planta, submetida a um dado nível de salinidade; ou (c) ainda, comparando-se o comportamento de uma planta ou cultivar submetida a um certo nível de salinidade, com o seu comportamento em solo não salino. Assim, os referidos autores recomendam que os resultados da avaliação de tolerância à salinidade sejam abalizados e interpretados adequadamente antes de serem aplicados na prática.

2.3. Salinidade e Vigna

Para o caupi, MAAS & HOFFMAN (1977) e MAAS (1984) estabelecem como limiar, sem redução do rendimento da cultura, teo salinos de CE_{cs} até $4,9 \text{ dS.m}^{-1}$. A produção relativa é reduzida em 10, 25, 50 e 100% com CE_{cs} de 5,7, 7,0, 9,1 e $13,0 \text{ dS.m}^{-1}$, respectivamente.

Esse dado é contrastante com a classificação propostas pelos autores BERSTEIN (1974), AYERS (1977), BRESLER et al. (1982), AYERS & WESCOT (1991) e apresentados por LIMA (1997) na Tabela 4. Nessa classificação, o caupi tem $1,3 \text{ dS.m}^{-1}$ como faixa de CE_{cs} limiar de tolerância. Como já citado anteriormente, a tolerância é parâmetro resultante da interação de diversos fatores, em especial do ambiente de cultivo,

da cultivar, do método e da frequência de irrigação. Há necessidade de se desenvolver estudos para estabelecimento de parâmetros locais.

FAGERIA & GHEYI (1997) relatam resultados conduzidos em casa de vegetação por MAAS e POSS (1989), em que esses autores mostram que caupi, sorgo e trigo são mais sensíveis a níveis salinos mais elevados, durante o estágio vegetativo e no início da fase reprodutiva, menos sensíveis no estágio de floração e insensíveis durante a fase de enchimento de grãos.

LEMOS (1991), avaliando o estado nutricional de cultivares de feijão Caupi 'IPA-202' e 'CNCX-153-3F', cultivadas em níveis de 1,00, 3,92, 6,80, 9,20 e 11,00 dS.m^{-1} , observou, com o aumento da salinidade no substrato, decréscimo no peso da matéria seca da parte aérea, da raiz e do peso total nas concentrações de 9,20 e 11,00 dS.m^{-1} para uma mesma cultivar. Não houve diferença significativa entre cultivares em mesmo nível de salinidade para os parâmetros estudados.

Decréscimo também de matéria seca total com aumento da salinidade foi verificado por FORMIGA (1990), estudando trinta linhagens de caupi, sob níveis de salinidade de 2, 4, 6, 8 e 10 dS.m^{-1} . Todas as linhagens em estudo mostraram-se tolerantes ou moderadamente tolerantes em nível salino de 6 dS.m^{-1} . Dessa faixa em diante, houve decréscimo de matéria seca total, principalmente dos nódulos.

Estudos desenvolvidos por VASCONCELOS et al. (1987) mostraram que o desenvolvimento da cultura do caupi foi afetado, havendo inibição da formação de nódulos e diminuição do peso da parte aérea, em solos com níveis crescentes de salinidade.

As cultivares de caupi, '40 dias', 'Seridó', 'Pitiúba', 'Dorminhoco', 'CE-216' e 'TVX-1836-013J' foram submetidas, por MEDEIROS (1982), a níveis salinos com sódio de 8, 10 e 12 dS.m^{-1} e não apresentaram alterações significativas na germinação e no

desenvolvimento das plântulas; o total de matéria seca das cultivares 'Seridó' e '40 dias' foi significativamente reduzido, sendo constatada diminuição do translocamento de potássio em folhas dessa última. Foi verificado, também, desequilíbrio nutricional, através da inibição do fluxo de magnésio em caules das cultivares '40 dias', 'Pitiúba' e 'TVX-1836-013J' e ainda em pecíolos das cultivares '40 dias' e 'Seridó'. Exceto para o nível salino de 10 dS.m^{-1} , a cultivar 'CE-216' demonstrou maior tolerância, sendo superada, nesse nível de salinidade, por 'Seridó' e 'Dorminhoco'.

2.4. Necessidades hídricas da cultura do feijão caupi

O conhecimento das necessidades hídricas da cultura, permite estabelecer técnicas adequadas de manejo, envolvendo aspectos relacionados não só a produtividade, como também à dinâmica de sais do solo. Alguns trabalhos têm sido realizados com intuito de fornecer informações precisas sobre as necessidades hídricas do cultivo de *Vigna*.

SILVA & MILLAR (1981), em Petrolina, avaliando o balanço de água, encontraram valores de evapotranspiração média do feijão-de-corda em torno de $3,63 \text{ mm/dia}$, correspondendo a um coeficiente de cultivo (K_c) médio de 0,41. Concluíram, também, que os coeficientes de cultivo recomendados por HARGREAVES (1974) e DOORENBOS & PRUITT (1976) para o feijão são altos por terem tomado como referência a evapotranspiração da grama ($K_c = ET \text{ cultura} / ET \text{ da grama}$).

BEZERRA & FREIRE FILHO (1982), no Piauí, utilizando o método de HARGREAVES (1974) para determinação da evapotranspiração, estabeleceram valores

médios de Kc de 0,84; 0,85 e 0,86 para a cultura do feijão macassar, variedades de ciclo precoce, médio e tardio, respectivamente.

LIMA (1989), também no Piauí, encontrou valor médio de evapotranspiração potencial (ETp) de 4,9 mm/dia com tanque "Classe A", constatando que os valores de Kc aumentaram progressivamente com o desenvolvimento do ciclo da cultura, atingindo valores mais elevados no período de floração e formação das vagens e diminuindo no período de maturação.

No Vale do Curu, em Pentecoste-CE, BEZERRA (1985) encontrou dados de evapotranspiração total de 305,36mm e 345,77mm para variedade Pitiúba e João Paulo II. Os valores de evapotranspiração média diária foram de 4,33mm e 3,37mm para as duas variedades respectivamente.

No Vale do Jaguaribe-Ce, MAGALHÃES & ARAGÃO (1992), testando valores de Kc de 1,0, 0,8, 0,6 e 0,4 concluíram que o valor de Kc igual a 0,8 da ETo resultou em manejo da irrigação mais favorável.

Também no Vale do Curu, PADILHA JR (1986), utilizando lisímetro de drenagem, obteve dados de evapotranspiração média diária da cultura do caupi variando de 6,26mm a 8,34mm para os métodos de campo (Jensen-Haise, Hargreaves Modificado, Hargreaves, Eagleman e o do Centro de Ciências Agrárias-UFC (CCA- 1)), enquanto que o valor correspondente no tanque "Classe A" foi de 7,83mm/dia. Ainda segundo o mesmo autor, a evapotranspiração foi de 5,83mm/dia, na fase inicial de cultivo, de 7,73mm/dia, no período intermediário do ciclo, e de 4,92mm/dia no final.

Em Quixeramobim-CE, a evapotranspiração média diária, durante o ciclo da cultura, foi de 3,1 8mm, de acordo com SAUNDERS (1985), com valores de 2,20mm e 2,08mm no início e no final do ciclo da cultura e o máximo de 5,94mm durante o período

de floração/frutificação.

Por suas vez, SANTOS et al. (1998) concluíram que, dentre as fases fenológicas da cultura do caupi, sobressaem-se com maiores valores de evapotranspiração de referência (ET_o) e evapotranspiração máxima (ET_m), os estádios correspondentes à floração e ao enchimento de grãos, sendo esse último o de maior exigência hídrica.

Segundo CORDEIRO et al. (1998), os estádios da cultura do caupi correspondentes às fases de floração e enchimento de grãos são os mais sensíveis à deficiência hídrica, com redução na produção. Ainda, segundo os autores, quando o déficit ocorreu em apenas um estágio do desenvolvimento da cultura, a fase mais sensível, foi a de enchimento de grãos, com redução de 26,2%, em relação à produção normal, sem deficiência de água.

SHOUSE et al. (1981), analisando o efeito do déficit hídrico na produção do caupi, verificaram que o estresse durante os estádios de florescimento e enchimento das vagens exerceu influência negativa, reduzindo, respectivamente, em 35 e 69 % a produção de grãos. O estresse durante a fase vegetativa teve menor efeito sobre a produção de grãos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área do experimento

A realização da parte experimental do trabalho ocorreu no período junho/dezembro de 1998, na cidade de Sousa/PB, mais precisamente no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em área da Escola Agrotécnica Federal de Sousa, irrigada com pivô central.

O Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Sousa/PB, com área de 4.100ha, tem situação geográfica com latitude 6°50'S, longitude 38°19'W e altitude de 235m. Está localizado no Vale do Rio Piranhas, integrante do Trópico Semi-Árido do Nordeste Brasileiro, região de clima quente e semi-árido. A média pluviométrica local é de 984mm/ano, com período chuvoso ocorrendo entre os meses de janeiro a maio e temperaturas máxima, média e mínima anuais de 38, 27 e 12°C, respectivamente. Tal condição climática, tipo Bsh segundo classificação de Koppen, é caracterizada por evaporação maior que precipitação (PISG/DNOCS, 1997).

Em todo o Perímetro, a drenagem natural é constituída pelo leito dos rios Umari e Piranhas. Já os sistemas de drenagem artificiais, formados por valas/drenos abertos, não são suficientes para manter uma profundidade adequada do lençol freático, o que possibilitaria a lixiviação de sais na zona radicular das culturas instaladas. Isso

favorece o surgimento de manchas salinas, resultado da acumulação de sais, já em vários lotes de exploração agrícola, caso da área experimental, em que foi conduzido este trabalho (Figura 1).



Figura 1. Aspecto geral da área experimental, apresentando manchas salinas na parte média e inferior da figura, caracterizadas pela ausência de vegetação e coloração esbranquiçada.

O suprimento de água para irrigação no Perímetro e também para a área do experimento, é oriundo dos açudes São Gonçalo e Engenheiro Ávidos, com capacidades de $44,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, $255,10^6 \text{ m}^3$, respectivamente.

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental constou da observação de parâmetros de solo e de plantas localizadas em 26 pontos da área experimental. Nesses pontos foram coletadas amostra de solo e também realizado o monitoramento do desenvolvimento e produção de plantas ali situadas. As plantas foram consideradas unidades experimentais, localizada em solos com diferentes faixas de CE_{es} e PST. Ao final do cultivo, parâmetros de desenvolvimento e produção individuais foram relacionados às condições de salinidade de cada ponto, caracterizadas por CE e PST.

3.3. Instalação do experimento

3.3.1. Mapeamento da salinidade da área

Em princípio, foi executado o mapeamento da salinidade da área, tendo como referencial a condutividade elétrica $CE_{(1:2,5)}$. A possibilidade de se detectar problemas de salinidade a partir da solução solo:água em substituição ao extrato de saturação é citada por QUEIROZ et al. (1997), referindo-se a estudos desenvolvidos por FILGUEIRA & SOUTO (1995). Os valores de $CE_{(1:2,5)}$ foram convertidos em valores de CE_{es} , a partir de correlação linear. Esse mesmo procedimento foi estendido também à determinação do pH. As análises (Apêndice 1) dessa etapa do experimento foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo do DNOCS, existente na área do Perímetro, seguindo metodologia

recomendada pela EMBRAPA (1997). As funções de correlação entre o $CE_{(1,2,5)}$ e CE_{es} e do $pH_{(1,2,5)}$ e pH_{es} constam nos gráficos ilustrados no Figura 1 do Apêndice I.

Na execução do mapeamento da salinidade, pontos de coleta de amostras (total de 107), necessários para abranger a área de interesse da pesquisa, foram assinalados de maneira aleatória, cobrindo toda a superfície da área irrigada pelos aspersores do pivô. Os 26 pontos a que se referem o item 3.2 foram escolhidos a partir desse mapeamento inicial. As amostras foram coletadas em três profundidades, 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm.

A posição de cada ponto no terreno foi referenciada, utilizando procedimento topográfico (GARCIA e PIEDADE, 1977). A partir de um sistema de eixo X - Y, foram medidos, com aparelho topográfico, distâncias e ângulos horizontais de cada ponto, calculando, a partir desses dados, as coordenadas do mesmo:

$$X_n = \text{distância horizontal (m)} \cdot \text{sen ângulo}$$

$$Y_n = \text{distância horizontal (m)} \cdot \text{cos ângulo}$$

A distribuição dos pontos e o croqui da área encontram-se na Figura 2. Apesar de a área possível de ser irrigada com o pivô central ser circular, o cultivo restringiu-se ao terreno localizado no lado esquerdo do dreno já que a outra parte, no lado direito, encontra-se visivelmente salinizada do terço superior direito para baixo, não permitindo a utilização agrícola, a não ser após a sua recuperação.

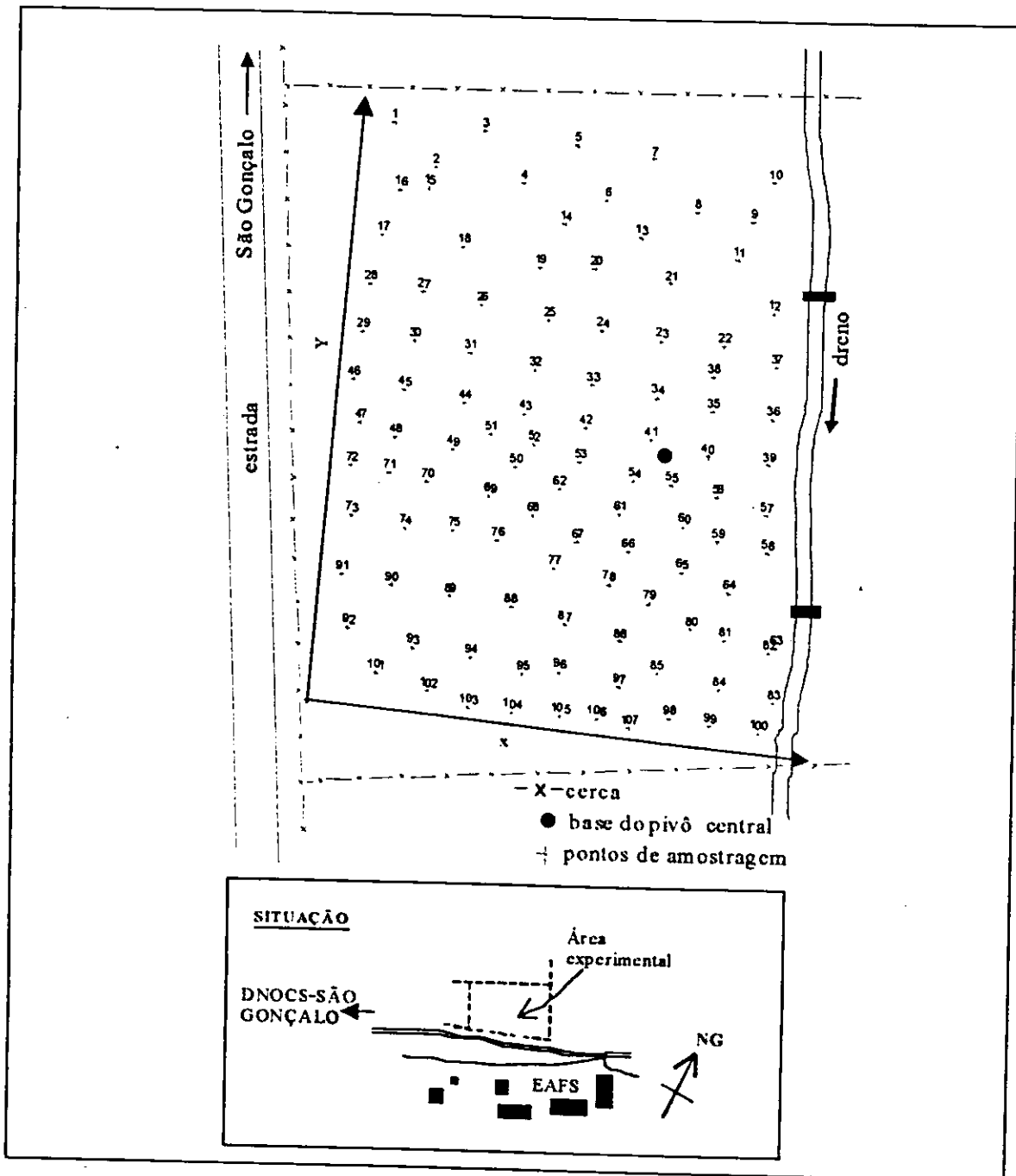


Figura 2. Croqui da área experimental, localizada na Escola Agrotécnica Federal de Sousa, com a distribuição dos pontos de coleta de amostras de solo.

O mapeamento revelou valores de $CE_{(1:2,5)}$ na faixa de 0,08 a 1,77 $dS.m^{-1}$, correspondentes a CE_{es} variando de 0,44 a 3,71 $dS.m^{-1}$, a partir da função de correlação estabelecida (Figura 1, Apêndice 1). Na Figura 3, abaixo, observam-se faixas de isolinhas de CE_{es} , distribuídas irregularmente pela área.

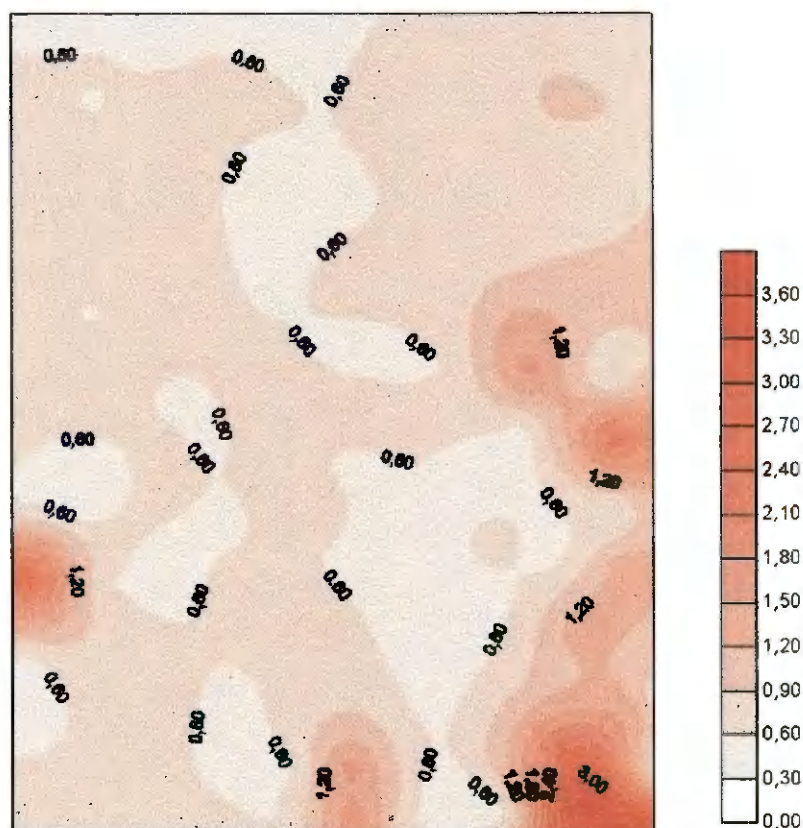


Figura 3. Faixas com isolinhas de CE_{es} ($dS.m^{-1}$) obtidas a partir do mapeamento realizado na área de cultivo.

Os valores de $pH_{(1:2,5)}$, detectados com o mapeamento, variaram de 4,78 a 9,22, correspondentes a valores de 7,00 a 8,87 do extrato de saturação, após correlação. (Figura 1, Apêndice 1). As faixas de isolinhas de pH_{es} estão ilustradas na Figura 4.

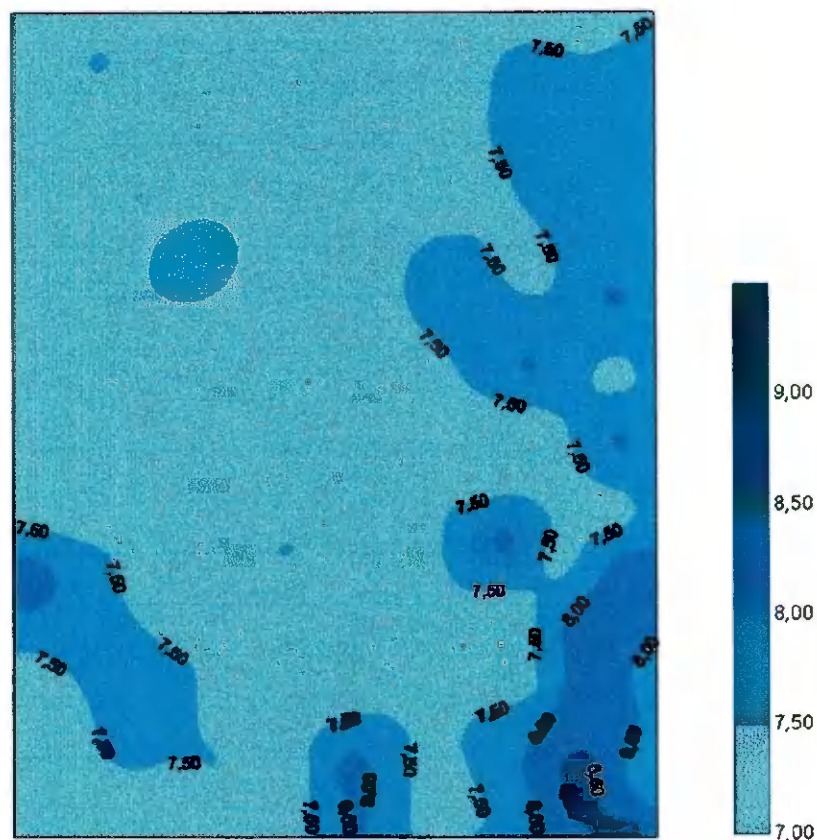


Figura 4. Faixas com isolinhas de pH_e obtidas a partir do mapeamento realizado na área de cultivo.

Observando as Figuras 3 e 4, nota-se haver praticamente sobreposição de valores mais altos de CE e pH_e .

3.3.2. Caracterização química e física das sub-áreas experimentais

Após o mapeamento, foram delimitadas três sub-áreas, medindo 36m^2 cada uma, denominadas de 1, 2 e 3 (Figura 5). Nas três sub-áreas delimitadas, foram

identificados 26 pontos, correspondentes a 26 plantas, assim distribuídos: plantas de números 1 a 9 na primeira sub-área, de números 10 a 17 na segunda sub-área e de números 18 a 26, na terceira. As disposições dos pontos em cada sub-área estão indicadas na Figura 6. Ainda que o monitoramento fosse feito por planta, foi necessária delimitação em sub-áreas, para determinação de parâmetros físicos, necessários ao manejo da irrigação.

Na sub-área 2, foram monitoradas 8 plantas, um a menos que nas outras sub-áreas, em virtude de ter ocorrido, nesse setor, a morte de uma das plantas motivada por questões fitopatogênicas.

O reconhecimento das características químicas do solo, foi feito em duas etapas. Foram retiradas amostras nas profundidades de 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm, nos locais correspondentes ao plantio das futuras plantas a serem monitoradas, cujos resultados encontram-se na Tabela 6.

Na segunda etapa, repetiu-se a amostragem do solo no final do experimento, após coleta das plantas, no mesmo local onde cada uma se situava. O procedimento foi repetido com o intuito de se verificar possíveis mudanças nas condições químicas do solo, nos mesmos pontos de cultivo monitorados. Na Tabela 7 encontram-se os dados correspondentes a essas análises finais. As propriedades físicas do solo das sub-áreas 1, 2 e 3 estão na Tabela 8.

Todas as análises dessa fase experimental foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Campina Grande. Em todas os casos, foi observada metodologia adotada pela EMBRAPA (1997).

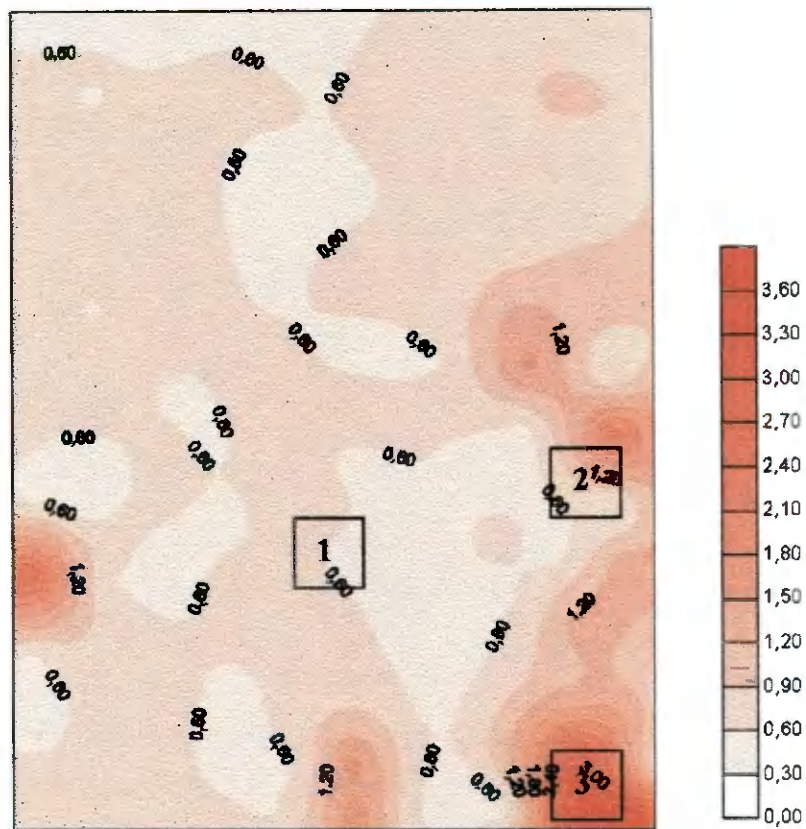


Figura 5. Faixas com isolinhas de CE_{ca} , evidenciando as sub-áreas de estudo, onde se encontram as plantas monitoradas durante o experimento.

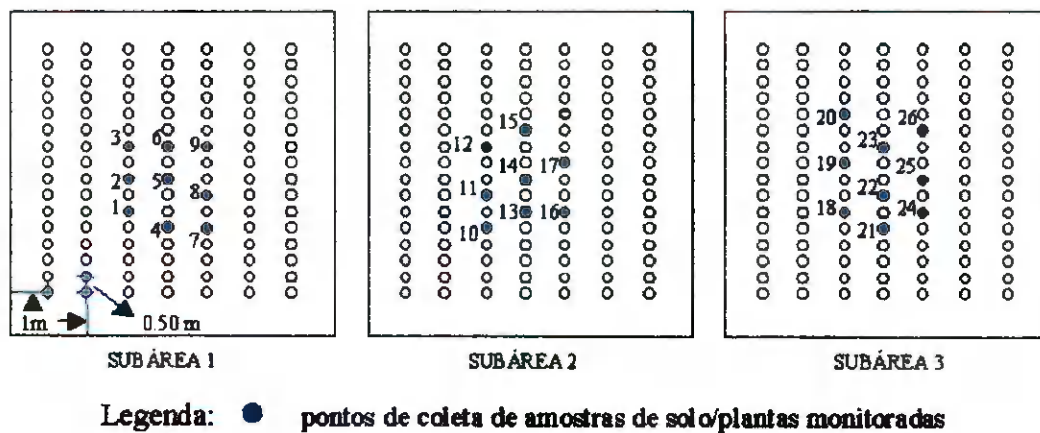


Figura 6. Representação gráfica das sub-áreas de cultivo, indicando os locais de coleta das amostras de solo e das plantas monitoradas.

Tabela 6. Caracterização química do solo nos pontos de coletas de amostras, antes do cultivo.*

Pontos	CE ¹	pH	Cátions solúveis		Complexo sortivo				CTC	PST
			Na	K	Na	K	Ca	Mg		
1	1,16	6,70	0,16	0,01	0,54	0,30	8,22	4,80	13,86	3,77
2	1,05	6,75	0,15	-	0,57	0,27	8,45	5,40	14,69	3,85
3	0,94	6,58	0,14	0,01	0,48	0,29	9,48	4,92	15,17	3,15
4	0,73	6,79	0,11	-	0,42	0,17	7,35	4,68	12,63	3,25
5	0,89	6,65	0,10	0,01	0,40	0,24	7,80	4,89	13,33	2,87
6	0,72	6,57	0,11	-	0,56	0,28	8,89	5,11	14,84	3,78
7	0,63	6,75	0,09	-	0,45	0,19	7,47	4,62	12,73	3,44
8	0,66	6,63	0,08	-	0,40	0,21	8,20	5,20	14,01	2,76
9	0,65	6,48	0,09	-	0,55	0,19	7,28	4,82	12,85	4,28
10	0,66	7,73	0,16	-	2,33	0,17	8,11	5,81	16,42	11,49
11	0,59	7,10	0,09	-	0,86	0,21	8,21	5,35	14,64	5,35
12	1,01	7,42	0,20	-	1,63	0,23	8,68	5,97	16,50	9,80
13	0,49	7,26	0,16	-	1,67	0,21	8,57	8,04	18,49	9,14
14	0,65	6,75	0,14	-	0,75	0,18	6,69	6,48	14,10	5,75
15	0,56	7,30	0,15	-	0,84	0,22	9,39	8,11	18,55	5,24
16	0,59	7,42	0,11	-	1,26	0,20	8,60	5,88	15,94	6,97
17	1,01	8,12	0,23	-	3,60	0,15	7,48	5,28	16,52	20,16
18	2,30	9,08	1,31	0,02	17,99	0,18	2,20	4,13	24,50	73,86
19	2,27	8,93	1,50	0,01	14,47	0,15	2,82	4,18	21,61	68,03
20	2,91	8,95	1,98	0,01	14,25	0,16	2,80	2,59	19,80	69,95
21	2,07	9,08	1,34	0,01	17,95	0,17	1,99	2,43	22,55	79,61
22	2,25	9,07	1,55	0,01	17,42	0,19	2,40	2,72	22,72	76,81
23	2,64	9,08	1,71	0,01	15,92	0,18	2,67	2,52	21,29	75,16
24	2,42	9,03	1,74	0,01	13,19	0,17	2,55	2,13	18,05	70,44
25	2,97	9,19	2,20	0,01	18,43	0,18	2,18	2,19	22,98	79,99
26	2,99	9,12	2,77	0,01	19,86	0,15	2,28	1,81	24,10	82,66

*Dados correspondentes à média das três profundidades de coleta de amostras; ions e CTC em meq/100g de solo; Ca e Mg solúveis de magnitudes negligíveis, abaixo de 0,01 meq/100g; Al e H ausentes; PST em %. Presença de CaCO₃ em todas as amostras constatada por indicador ácido clorídrico;

¹CE_{ca} à temperatura de 25° C, em dS.m⁻¹.

Tabela 7. Caracterização química do solo nos pontos de coletas de amostras, após o cultivo.*

Pontos	CE ¹	pH	Cátions solúveis		Complexo sortivo						CTC	PST
			Na	K	Na	K	Ca	Mg	Al	H		
1	1,18	6,51	0,14	0,01	0,47	0,18	9,61	5,26	-	1,15	16,67	2,76
2	0,81	6,85	0,11	0,01	0,47	0,28	9,68	5,65	-	-	16,08	2,87
3	0,73	6,83	0,13	0,01	0,62	0,23	11,32	6,18	-	-	18,34	3,34
4	0,75	6,94	0,12	-	0,51	0,21	10,24	5,76	-	-	16,73	3,03
5	0,98	7,07	0,14	0,01	0,67	0,24	10,87	6,35	-	-	18,13	3,71
6	1,24	6,46	0,13	0,01	0,44	0,37	11,04	6,07	0,01	1,13	19,05	2,31
7	0,89	6,81	0,14	-	0,40	0,21	9,51	5,60	-	-	15,71	2,46
8	0,59	6,59	0,08	-	0,46	0,20	9,91	5,02	-	-	15,59	2,88
9	0,87	6,79	0,13	0,01	0,57	0,28	10,53	5,54	-	-	16,92	3,32
10	1,17	7,03	0,38	0,01	0,53	0,21	5,07	4,24	-	1,17	12,32	12,87
11	1,97	6,63	0,16	0,01	0,46	0,35	4,73	3,73	-	-	9,27	4,98
12	1,49	6,68	0,32	0,01	0,83	0,27	4,77	3,49	-	1,10	10,45	8,24
13	1,17	7,17	0,23	0,01	1,14	0,35	10,17	5,84	-	-	17,50	6,34
14	1,60	7,25	0,36	0,01	1,00	0,22	10,80	6,51	-	-	18,54	5,37
15	0,93	7,36	0,22	0,01	1,25	0,26	11,61	9,46	-	-	22,58	5,71
16	1,46	7,07	0,20	0,01	0,57	0,43	5,00	3,62	-	-	9,63	5,90
17	1,73	7,09	0,28	-	1,64	0,23	4,33	3,85	-	1,17	10,46	17,73
18	1,90	8,68	0,36	0,01	14,93	0,17	6,98	5,18	-	-	27,26	48,74
19	2,39	8,61	0,10	0,01	12,98	0,26	7,41	5,69	-	-	26,34	47,32
20	3,39	8,52	0,22	0,01	13,98	0,21	7,21	4,27	-	-	25,68	49,69
21	2,00	8,72	0,20	0,01	10,91	0,20	7,24	3,79	-	-	22,15	47,22
22	1,74	8,93	0,19	0,01	23,41	0,23	6,71	4,67	-	-	35,01	60,42
23	3,46	8,60	0,23	0,01	13,16	0,37	7,24	4,65	-	-	25,43	48,74
24	2,36	8,86	0,29	0,01	14,85	0,20	6,66	4,32	-	-	26,03	52,51
25	3,40	8,84	0,39	0,01	17,18	0,18	6,61	4,89	-	-	28,87	55,02
26	3,24	9,30	0,29	0,01	17,06	0,27	6,47	3,22	-	-	27,03	60,12

*Dados correspondentes à média das três profundidades de coleta de amostras; ions e CTC em meq/100g de solo; Ca e Mg solúveis de magnitudes negligíveis, abaixo de 0,01 meq/100g; Al e H ausentes; PST em %. Presença de CaCO₃ em todas as amostras constatada por indicador ácido clorídrico;

¹CE_{es} à temperatura de 25° C, em dS.m⁻¹.

Tabela 8. Caracterização física do solo das sub-áreas de cultivo.*

Sub- área	Profundidades das Amostras (cm)	Granulometria (%)			Classes Texturais	Densidade Global (g.cm ⁻³)
		Areia	Silte	Argila		
1	0 - 20	45,49	22,43	32,08	Franco argilo-arenoso	1,30
	20 - 40	47,52	22,43	30,05	Franco argilo-arenoso	1,32
	40 - 60	45,34	14,36	40,30	Argilo-arenoso	1,35
2	0 - 20	53,05	12,43	34,51	Franco argilo-arenoso	1,25
	20 - 40	57,46	12,35	30,19	Franco argilo-arenoso	1,31
	40 - 60	47,58	18,35	34,07	Franco argilo-arenoso	1,30
3	0 - 20	35,38	20,39	44,23	Argiloso	1,29
	20 - 40	34,64	34,98	30,38	Franco-argiloso	1,30
	40 - 60	25,93	43,48	30,59	Franco-argiloso	1,28

*Médias de dois pontos por sub-área; textura determinada pelo método do densímetro, classificação textural USDA; densidade global determinada pelo método da proveta.

As faixas de CE_{ca} situadas na sub-área 1, 2 e 3 tinham valores variando de 0,63 a 1,16 $dS.m^{-1}$, 0,49 a 1,01 $dS.m^{-1}$ e 2,07 a 2,99 $dS.m^{-1}$. As sub-áreas 1 e 2 embora apresentassem faixas superpostas de CE , diferiam entre si, em aspecto visual. A sub-área 2, como também a sub-área 3, apresentavam aspecto visível de salinização, apesar dos valores de CE_{ca} não serem muito elevados, em função de altos valores de PST encontrados nessas duas sub-áreas. Além disso, a superposição de valores mais altos de CE_{ca} e pH (Figuras 3 e 4) deixam transparecer o caráter alcalino inerentes a solos com problemas de sodicidade.

Os dados, por profundidade, de análises de solos de onde se obtiveram os valores médios constantes nas Tabelas 6 e 7, encontram-se no Apêndice 3 e 4.

3.3.3. Preparo do solo, adubação e plantio

O preparo do solo constou de aração à profundidade de 20cm e mais duas gradagens perpendiculares entre si, antes da retirada das amostras iniciais. A adubação foi feita com base em recomendação da SEAP/BNB para a cultura do feijoeiro irrigado (*Vigna*), no Estado da Paraíba, com 22,5kg, 24kg e 16kg de N, K₂O e de P₂O₅, por hectare, respectivamente. O N, na forma de uréia, foi aplicada em cobertura em duas etapas, ao 15 e aos 25 dias após o plantio. Já o cloreto de potássio e o superfosfato simples, na proporção adequada a cada sub-área, foram incorporados ao solo por ocasião do plantio.

A variedade de *Vigna unguiculata* (L) Wap, utilizada no experimento foi a 'EPACE-10', desenvolvida pela extinta Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE). É uma variedade de caupi reconhecida entre os produtores como "feijão ligeiro", possível de ser colhido para consumo quando verde, em aproximadamente 50 dias após o cultivo.

O plantio foi realizado em 06 de outubro de 1998. O espaçamento utilizado foi de 1,00 m x 0,50 m, colocando-se 3 a 5 sementes por cova, com posterior desbaste, deixando-se uma planta/cova. Foram realizadas pulverizações sistemáticas, 2 vezes por semana, com os produtos Deltaphos, Folidol, Nuvacron, para o combate às pragas cigarrinha, mosca branca e pulgões, nas doses recomendadas para a cultura. Capinas com tração animal foram realizadas sempre que houve necessidade, para manter a cultura isenta da concorrência com as ervas.

3.4. Condução do experimento

3.4.1. Sistema de Irrigação

O sistema de irrigação constou de mini pivô-central Irriganor com uma torre, cujo raio irrigado é de 98 m. A área total irrigável é de 3,02ha, sendo 1,88ha irrigados por aspersores e 1,14ha por canhão. A vazão total do sistema é de 15,09m³/h.

Uma avaliação da vazão dos aspersores do sistema foi realizada, com objetivo de determinar a lâmina aplicada. Esse procedimento constou de duas coletas de vazão por bocal com duração de 1 minuto por coleta, cálculo da vazão total, cálculo da lâmina aplicada em função da velocidade de revolução do pivô. Para a determinação da lâmina aplicada, utilizou-se da fórmula recomendada por BERNARDO (1995):

$$L = 0,36 (Q \cdot H/A)$$

onde L é a lâmina média aplicada, em mm; Q - vazão do pivô em l/s; H é o tempo gasto por volta e A, a área irrigada, em ha. Os valores obtidos na determinação da vazão total estão no Apêndice 2.

Verificou-se, a partir dos dados comparados, um aumento geral da lâmina aplicada nas diversas velocidades de rotação (percentímetros).

Tendo em vista esse fato e, ainda, por haver variação acentuada na vazão por aspersor, conforme informação constante na Tabela 9, foi instalado, em cada uma das sub-áreas, pluviômetro com diâmetro de 30cm, instalado a 40cm da superfície do solo. Com isto foi possível se obter o valor da lâmina líquida aplicada, com maior precisão, logo após o evento de irrigação.

A vazão total do sistema, correspondente a 3,10 l/s, foi obtida através do somatório das vazões médias dos aspersores. A partir de então, foi calculada a lâmina média aplicada, de tal forma que foi possível comparar os dados calculados, com os dados tabelados, fornecidos pelo fabricante do equipamento.

Na Tabela 9 encontram-se os dados de lâminas médias calculadas e tabeladas.

Tabela 9. Lâminas médias calculadas e tabeladas, em várias velocidades de rotação do pivô.

Percentímetro	Tempo/volta	Lâmina bruta tabelada	Lâmina bruta calculada
(%)	(h)	(mm)	(mm)
100	2,11	1,05	1,25
95	2,22	1,11	1,31
90	2,34	1,17	1,38
85	2,48	1,24	1,47
80	2,63	1,32	1,55
75	2,81	1,4	1,66
70	3,01	1,5	1,78
65	3,24	1,62	1,91
60	3,51	1,75	2,07
55	3,83	1,91	2,26
50	4,21	2,11	2,49
45	4,68	2,34	2,77
40	5,26	2,63	3,11
35	6,01	3,01	3,55
30	7,02	3,51	4,15
25	8,42	4,21	4,98
20	10,53	5,26	6,22
15	14,03	7,02	8,29
10	21,05	10,53	12,44
5	42,1	21,05	24,88

3.4.2. Manejo de irrigação

O sistema de irrigação foi abastecido com água do canal principal do Perímetro de Irrigação (Figura 7). O manejo de irrigação foi estabelecido de tal forma a manter a umidade do solo em níveis adequados, sem promover restrições de água à cultura durante todo o ciclo. Assim, toda vez que a umidade do solo se encontrava em valores próximos do patamar inferior da fração de esgotamento do solo para a cultura do feijão, de 40 % da água disponível, foi efetuada irrigação, com intuito de recompor índices de umidade necessários ao desenvolvimento da planta.

Os dados de umidade do solo, capacidade de campo e ponto de murcha (permanente) e a fração de esgotamento da água do solo encontram-se na Tabela 10.

Na determinação da curva característica de retenção de água pelo solo para as sub-áreas em estudo, foram utilizados os pontos de tensão: 10,13kPa, 33,44kPa, 101,33kPa, 202,65kPa, 506,625kPa, 1013,25kPa e 1519,88kPa (Figura 8).

No cálculo da lâmina de irrigação foi utilizada a seguinte fórmula, adaptada de GOMES (1997):

$$L = (C_c - U_a) / 10 \cdot D_g \cdot Z_r$$

Onde L corresponde à lâmina de irrigação, em mm; C_c e U_a correspondem à capacidade campo e umidade atual, em % de umidade de peso, respectivamente; D_g: densidade global do solo, em g/cm³ e Z_r, a profundidade efetiva das raízes, em metros.



Figura 7. Vista do canal principal de distribuição de água do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, com lâmina de água na altura disponível para irrigação da área experimental.

Tabela 10. Valores de capacidade de campo, ponto de murcha permanente, água disponível e fração de esgotamento de água da cultura do feijão.

Sub-áreas	Profund amostra	CC ¹ % peso	mm	PMP % peso	mm	AD % peso	P ² (40% de AD)	U mínima (%)
1	0-20	14,61	1,90	6,46	0,84	8,15	3,26	11,35
	20-40	16,98	2,21	5,92	0,77	11,06	4,42	12,56
	40-60	15,54	2,02	5,74	0,75	9,80	3,92	11,62
2	0-20	10,86	1,38	5,22	0,68	5,64	2,26	8,60
	20-40	13,73	2,05	5,47	0,71	8,26	3,30	10,43
	40-60	13,93	2,15	4,65	0,60	9,28	3,71	10,22
3	0-20	41,08	5,34	12,96	1,68	28,12	11,25	29,83
	20-40	47,46	6,17	16,16	2,10	31,30	12,52	34,94
	40-60	32,04	4,17	9,91	1,29	22,13	8,85	23,19

¹ CC e PMP: capacidade de campo e ponto de murcha (permanente), com o solo submetido às tensões de 33,44 e 1519,88 kPa, respectivamente.

² Fração de esgotamento do solo para a cultura do feijão *Phaseolus*, (DOORENBOS e KASSAM, 1979).

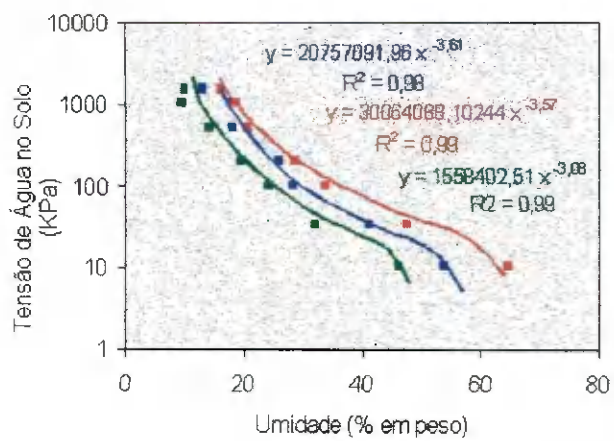
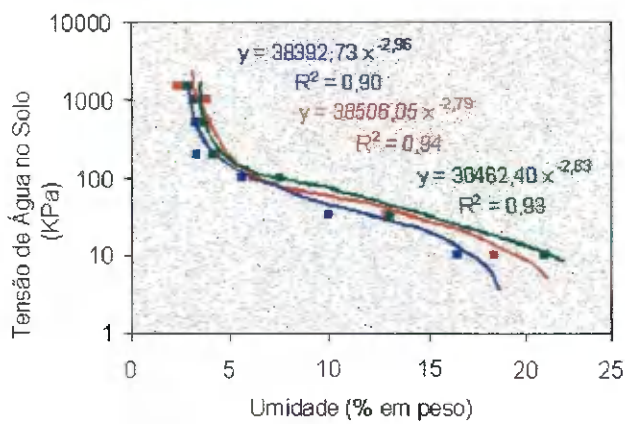
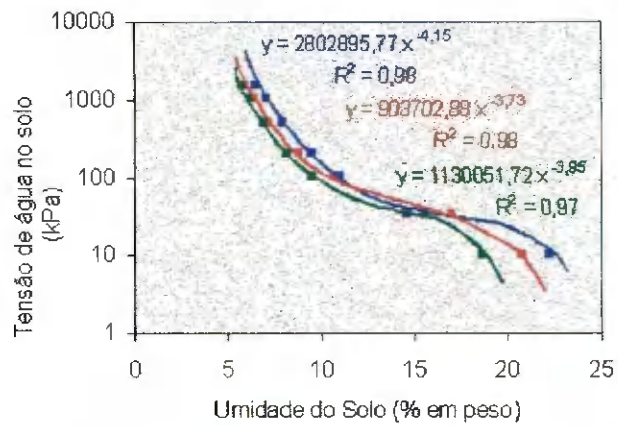


Figura 8. Curvas características de retenção de água do solo das sub-áreas 1, 2 e 3.

O controle da umidade do solo foi feito com sonda de nêutrons, durante todo o ciclo da cultura com intuito de se conhecer a umidade do solo e a lâmina d'água armazenada no perfil.

A curva que representa a relação entre a umidade do solo e a leitura da sonda de neutros está representada na Figura 9. A leitura corrigida da sonda corresponde à razão entre a leitura no tubo de acesso nas profundidades 20, 40 ou 60cm e a média de duas leituras feitas no estojo do aparelho, antes e depois das referidas leituras no solo.

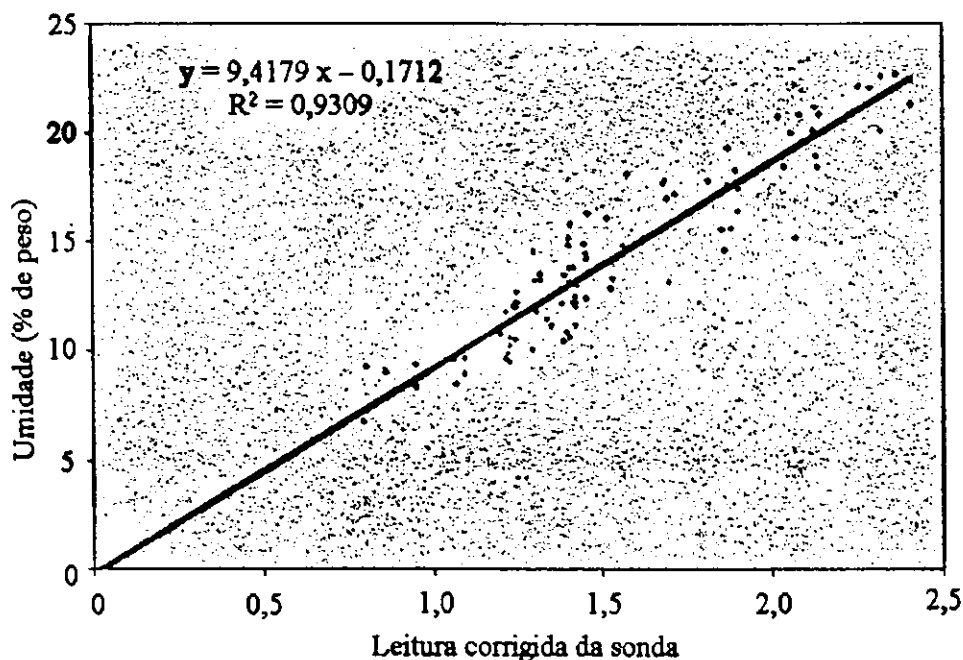


Figura 9. Relação entre a umidade do solo e a leitura da sonda de neutros para a área experimental.

Como não foi possível proceder a leitura da sonda na profundidade de 60cm nas sub-áreas 1 e 2, devido à pouca profundidade do lençol freático, a determinação da umidade do solo nesses setores restringiu-se às profundidades de 20 e 40cm. É possível se

observar esse fato na Figura 10, que contém isolinhas da profundidade do lençol freático, estabelecidas a partir de dados fornecidos por FARIAS (1999) e coletados durante a realização do experimento. No caso da parcela 3 foi possível a determinação da umidade do solo até 60cm.

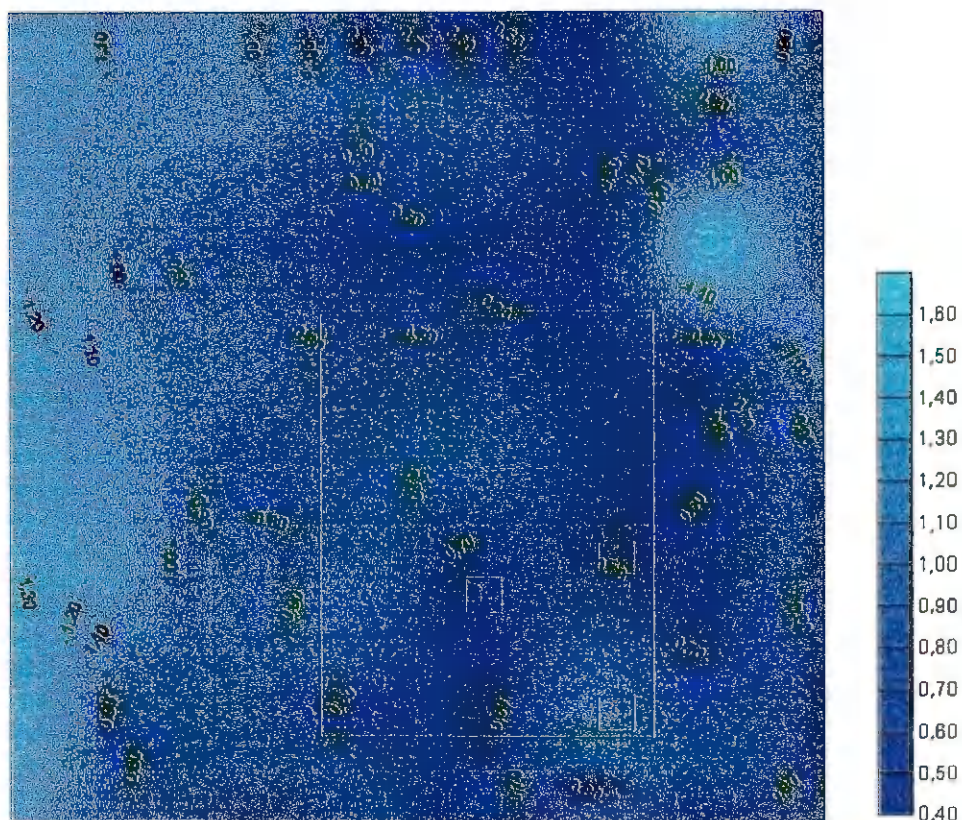
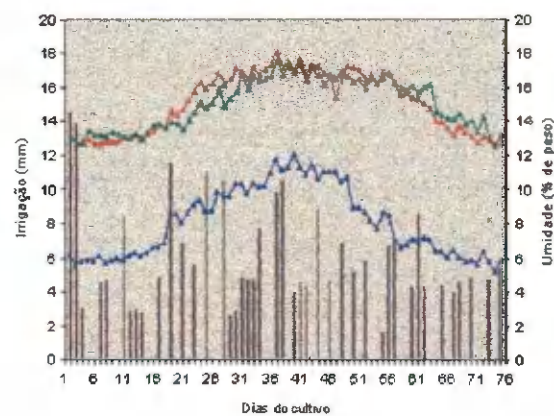
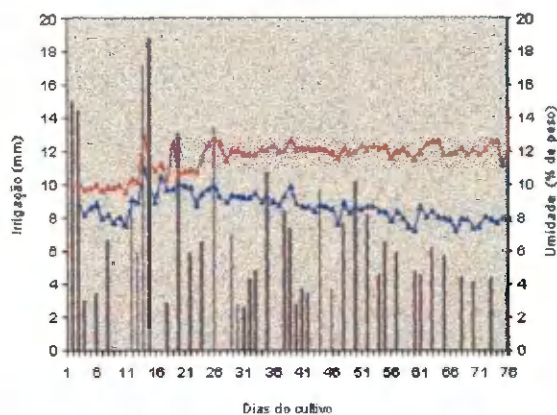
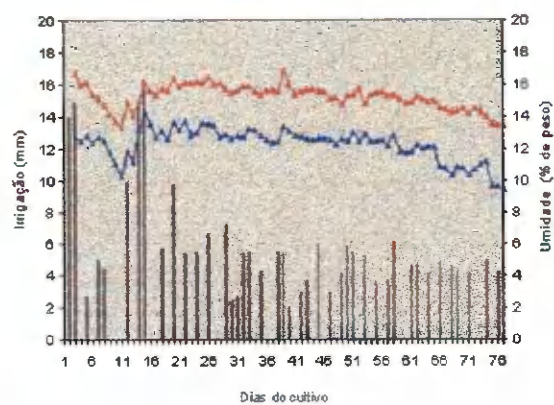


Figura 10. Isolinhas de lençol freático da área experimental (no retângulo), sub-áreas experimentais (quadrados menores) e de áreas adjacentes.

Na Figura 10, a área do retângulo corresponde à área em que foi realizado o mapeamento da CE e PST, correspondendo também à parte da área de cultivo irrigada pelo pivô central (Figura 2). Os quadrados menores delimitam as sub-áreas experimentais 1, 2 e 3.

Durante o período do experimento não ocorreram precipitações pluviométricas. Os dados de acompanhamento das condições de umidade do solo, bem como da lâmina de irrigação aplicada, encontram-se nos gráficos que constituem a Figura 11. Os Apêndices 5, 6 e 7, contêm, respectivamente, dados referentes ao manejo da irrigação para as sub-áreas 1, 2 e 3. A irrigação total nas três sub-áreas, correspondeu a 267,36, 274,98 e 280,31mm de água, respectivamente.



LEGENDA

- irrigação
- umidade do solo na profundidade de 20 cm
- umidade do solo na profundidade de 40 cm
- umidade do solo na profundidade de 60 cm

Figura 11. Eventos de irrigação e acompanhamento da umidade do solo ao longo do período experimental.

Para o estabelecimento da relação entre umidade do solo e leitura da sonda de neutros foram utilizadas amostras de todas as sub-áreas. Os valores de umidade do solo observados na sub-área 3, no entanto, divergem dos valores encontrados para a curva de retenção de água, determinados em laboratório. Esse fato ocorreu durante todo o tempo de cultivo nessa sub-área, em que valores de argila e PST mostraram-se bastante elevados.

3.5. Colheita, análises de desenvolvimento vegetativo e produção

Completado o ciclo da cultura, a colheita realizou-se no dia 18 de dezembro de 1998, 76 dias após o plantio. As plantas foram colhidas por inteiro e, imediatamente após a colheita, procedeu-se às análises dos dados de desenvolvimento vegetativo e produção das 26 plantas monitoradas. Os parâmetros analisados em cada planta foram número de folhas, área foliar, matéria seca de folhas, número de ramos, matéria seca de ramos, número de vagens, matéria seca de grãos e produção relativa.

A área foliar foi o parâmetro determinado inicialmente. Para tanto, foram destacadas todas as folhas de cada planta, e perfurando metade delas com um vazador quadrado metálico com área de $5,38 \text{ cm}^2$. A área foliar total foi determinada relacionando-se peso de matéria seca de área conhecida, correspondentes aos quadrados, com peso conhecido e área desconhecida, correspondentes ao restante das folhas.

Os dados de fitomassa seca de folhas e de ramos foram obtidos através de secagem em estufa com a circulação de ar quente de $70 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 48 horas. Na obtenção de matéria seca de grãos, o prazo de permanência na estufa foi de 5 dias.

A produção relativa foi obtida relacionando-se a produção de matéria seca de grãos de cada planta monitorada com a maior produção obtida. A maior produção

ocorreu no ponto de número 3, sub-área 1, em que foram observados níveis de CE_{∞} e PST iniciais mais baixos, no caso específico de $0,94 \text{ dS.m}^{-1}$ e 3,15%, respectivamente.

3.6. Análises estatísticas

3.6.2. Estatística descritiva

Os dados de estatística descritiva constam no presente trabalho com objetivo de resumir o comportamento geral dos dados coletados em campo, no que diz às medidas de posição e de variabilidade. As medidas de posição são utilizadas para representar um fenômeno por meio de valores em torno dos quais tende a haver uma maior concentração de dados observados (FONSECA e MARTINS, 1993, apud QUEIROZ, 1997).

Valores da média aritmética e da mediana representam medidas de posição utilizadas para descrever a tendência central de um conjunto de dados (QUEIROZ et al., 1997). A distribuição normal é verificada quando a média e a mediana são coincidentes, uma vez que nesse caso, os dados são simétricos em torno de um valor central

Para todas as variáveis de solo (CE_{∞} e PST) e variáveis de desenvolvimento e produção analisados (número de folhas, área foliar, matéria seca de folhas, número de ramos, matéria seca de ramos, número de vagens, matéria seca de grãos e produção relativa) foram estabelecidos os valores de média, mediana e coeficiente de curtose como

medidas de posição. Como medidas de variabilidade foram utilizados o coeficiente de variação, os valores mínimos e máximos e as amplitudes.

3.6.2. Análises de regressão

As análises estatísticas de regressão foram realizadas com intuito de se estabelecer um modelo matemático mais aproximado à descrição da influência das variáveis do solo sobre os parâmetros analisados (número de folhas, área foliar, matéria seca de folhas, número de ramos, matéria seca de ramos, número de vagens, matéria seca de grãos e produção relativa). Tais procedimentos, bem como as demais análises estatísticas, foram executados utilizando-se do programa computacional Datafit, versão 6.1. Foram testados os modelos de regressão linear, múltipla e potência, observando-se os seguintes critérios:

- Regressão linear: para esse modelo, tomou-se como variável independente em cada equação, os valores de CE_{ca} inicial, CE_{ca} final, PST inicial, PST final, Interação 1 (CE_{ca} inicial \cdot PST final) e Interação 2 (CE_{ca} final \cdot PST final) e, como variáveis dependentes, os parâmetro de desenvolvimento e produção vegetal analisados.
- Regressão múltipla: nesse modelo, duas variáveis independentes foram utilizadas em cada regressão, constituindo pares de CE_{ca} inicial e final, além de PST inicial e PST final.

- **Regressão potência:** nesse tipo de regressão foram utilizadas individualmente todas as variáveis independentes, conforme procedimento observado anteriormente para o modelo regressão linear.

Para cada tipo de análise de regressão realizada foi determinado o coeficiente de determinação múltipla de cada função, com vistas à verificação do ajuste dos modelos.

3.6.2. Análises de variância e teste t

O teste F de análise de variância foi utilizado com intuito de verificar, de forma global, a contribuição dos coeficientes associados às variáveis independentes, nos modelos de regressão obtidos. A partir desse teste é possível verificar se todos os coeficientes de cada modelo são significativamente diferentes de zero. Um coeficiente igual a zero implica que a variável a ele associada não contribui para o modelo (NASCIMENTO et al., 1996).

O teste t, por sua vez, foi utilizado para testar a significação de cada coeficiente em particular, ou seja, para verificar a probabilidade de cada um dos coeficientes de um modelo ser igual a zero.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Evolução da salinidade

Segundo os resultados das análises do solo, no final do experimento, ocorreu aumento nos valores da condutividade elétrica, como consequência da concentração de sais no solo. Apesar de essa tendência não estar presente em todos os pontos, o fato ocorreu em 19 dos 26 pontos de coleta de amostras (Figura 12).

Houve modificações dos valores de CE_{es} nas 3 sub-áreas. As faixas de CE_{es} na sub-área 1 passaram de 0,63 - 1,16 $dS.m^{-1}$ para 0,59 - 1,24 $dS.m^{-1}$; na sub-área 2, os valores de CE_{es} passaram 0,49 - 1,01 $dS.m^{-1}$ para 2,07 - 2,99 $dS.m^{-1}$; na sub-área 3, a amplitude de CE_{es} de 0,93 - 1,97 $dS.m^{-1}$ passou para 2,00 - 3,99 $dS.m^{-1}$. Nessas duas últimas sub-áreas o aumento de salinidade ocorreu de forma mais acentuada.

O aumento da condição salina do solo, identificada pelo aumento da condutividade elétrica, é compreendido uma vez que não se verificou, durante todo o ciclo da cultura, condição de umidade do solo suficiente para promover lixiviação. A umidade do solo esteve, praticamente em todas as observações, aquém da capacidade campo. apesar de estarem dentro da faixa de esgotamento da água disponível no solo. A lixiviação

promove a diminuição ou mesmo a manutenção da quantidade de sais na zona radicular (RICHARDS, 1954). Em contrapartida, ocorreu evaporação da água de irrigação, contribuindo para o aumento da salinidade.

A irregularidade dessas observações denota a ocorrência de variabilidade espacial acentuada, pois em alguns pontos correu diminuição de CE_{es} , ao longo do cultivo. Tal variabilidade deve-se à desuniformidade da profundidade do lençol freático na área (Figura 10), o que caracteriza deficiência do sistema de drenagem, um dos fatores importantes na dinâmica da salinidade do solo.

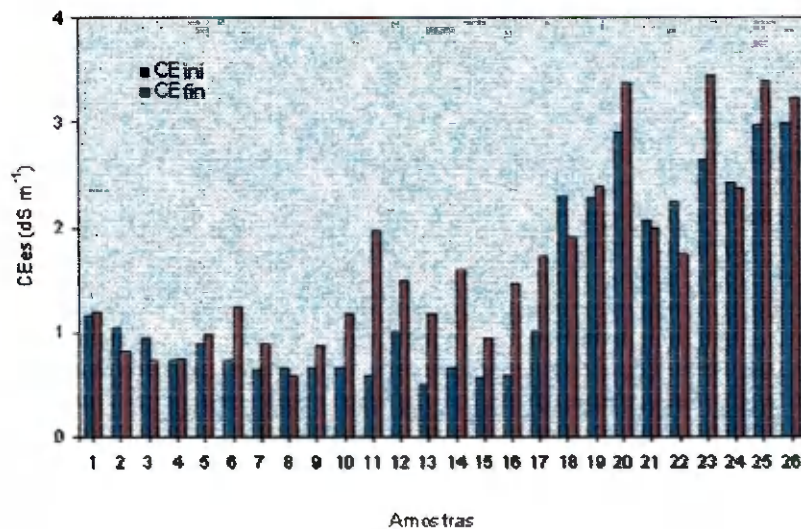


Figura 12. Variação da condutividade elétrica em amostras de solo coletadas antes e depois do cultivo, média das profundidades 20, 40 e 60cm.

4.2. Alterações na PST

Os valores de PST, ao final da fase experimental, foram mais baixos em 21 dos 26 pontos estudados (Figura 13). As faixas de percentagem de sódio trocável na sub-área 1 passaram de 2,76 - 4,28 % para 2,32 - 3,71 % , o que demonstra um abaixamento da

amplitude de PST. Na sub-área 2, os valores de PST passaram de 5,24 - 20,16 % para 4,98 - 17,73 %, e, na sub-área 3, a faixa de PST passou de 68,03 - 82,66 % para 47,22 - 60,42 %. A alteração dos valores de PST foi superior na sub-área 3, em cujos pontos iniciais eram bem superiores aos demais (Figura 13).

A diminuição de PST deu-se em função da substituição do sódio trocável por íons divalentes (SANTOS e HERNADEZ, 1997), no caso, o cálcio e o magnésio, conforme se verifica nas Tabelas 6 e 7. As condições de cultivo, no tocante ao suprimento de água (item 3.4.2), não possibilitaram uma lâmina de lixiviação do solo necessária à diminuição da concentração de sódio. Apesar disso, a diminuição de PST é explicada pela presença de carbonato de cálcio em todas as amostras (Tabelas 6 e 7), sujeito à ação química e/ou microbiológica na dinâmica do solo cultivado, o que certamente promove a transformação de CaCO_3 nativo em gesso, ainda segundo SANTOS e HERNADEZ (1997).

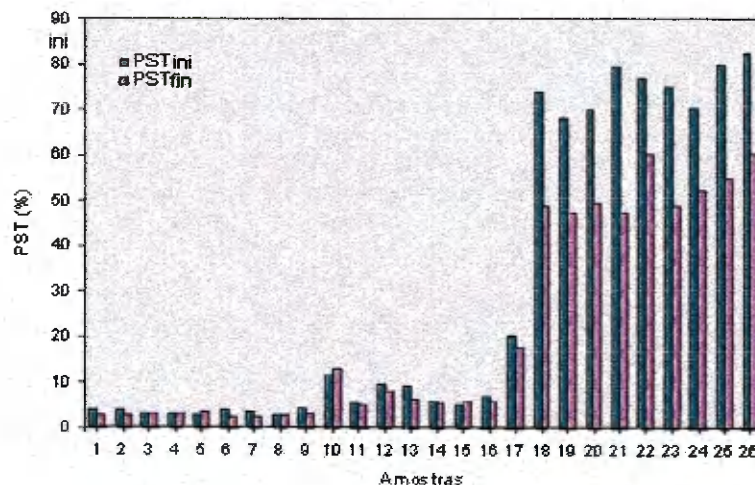


Figura 13. Variação média da porcentagem de sódio trocável nas profundidades de 20, 40 e 60 cm antes e depois do cultivo.

Nos pontos em que eram elevados os valores de PST, durante todo o ciclo da cultura, não foram atingidos níveis de umidade compatíveis com a curva característica de retenção de água do solo.

Com relação aos índices de umidade verificados, com valores abaixo da curva característica, LIMA & GRISMER (1992) constataram alteração dos parâmetros físico-hídricos em solos sódicos, pelo fato de eles se encolhem mais acentuadamente do que solos normais, resultando em redução de umidade.

Elevados níveis de umidade (capacidade de campo) foram obtidos na curva característica de retenção do solo da sub-área 3. Esse fato converge para o observado por RUSSO & BRESLER (1980), segundo os quais alterações na estrutura do solo, decorrentes da sodicidade, refletem-se em sua curva característica de retenção de água, com tendência a armazenar mais água, quando expostos aos mesmos níveis de potencial matricial. Por sua vez, LIMA et al. (1990) observaram aumento da umidade retida em curva característica de um solo exposto a uma maior concentração de sódio na fase trocável. Essa tendência é maior, segundo o autor, em níveis de umidade próximos da saturação, podendo ocorrer, no entanto, sob baixos níveis de potencial.

Em laboratório, a saturação das amostras de solo com PST acima de 60 %, só ocorria com bastante dificuldade, sempre em prazo superior a 48 horas, e de maneira forçada através da imersão quase total das amostras em água.

4.3. Alterações no pH do solo

Poucas alterações nos valores de pH foram constatadas pelas análises do solo após o cultivo. Na sub-área 1, houve elevação dos valores em relação aos encontrados

antes do cultivo. Nesse local, faixa de pH inicial com valores variando de 6,48 a 6,79 subiram para 6,51 a 7,07. Nas sub-áreas 2 e 3, houve redução das faixas de pH: na sub-área 2 passou de 6,75 - 8,12 para 6,63 - 7,17 e na sub-área 3, houve ligeira redução do limite inferior de 8,93 para 8,52 e acréscimo no limite superior de 9,19 para 9,30.

É possível se perceber (Figura 14) ter ocorrido um abaixamento dos valores de pH no final da fase experimental nos pontos em que a PST era inicialmente mais alta. Ou seja, houve uma tendência de abaixamento simultâneo de PST e do pH do solo, mantendo-se, este último, no entanto, em patamares compatíveis aos valores altos de PST nos pontos respectivos, fato semelhante ao constatado por FIREMAN & WADLEIGH (1951). Segundo esses autores, valores de pH superiores a 8,5 quase sempre estão associados a valores de PST superiores a 15 %.

Em alguns pontos, no entanto, houve aumento do pH do solo (pontos de números 14, 15 e 26), apesar da diminuição de PST. Para SANTOS & MURAOKA (1997), o acúmulo de sais, em solo salinos, reduz o pH, porém, em solos sódicos, o pH aumenta com a elevação da salinidade, devido à presença de ions carbonatos e bicarbonatos de sódio (Tabelas 6 e 7). Para os pontos anteriormente citados houve acréscimo dos valores de CE_{cs} , conforme relatado anteriormente.

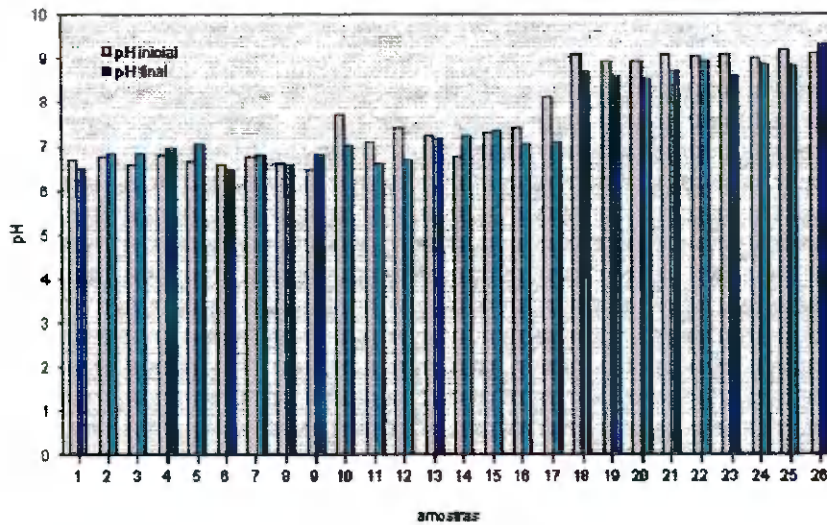


Figura 14. Variação do pH médio do solo nas amostras coletadas antes e após o cultivo.

4.4. Efeitos dos níveis de CE_{es} e de PST no desenvolvimento da cultura

A partir da análise dos parâmetros vegetativos estudados, pode-se perceber uma diminuição dos índices de desenvolvimento e produção da cultura, com o aumento dos níveis de condutividade elétrica e da percentagem de sódio trocável (Tabela 11). Constata-se esse fato pelo aspecto apresentado pela cultura em dois estágios do seu ciclo, aos 25 e 50 dias após o plantio, como se pode observar nas Figuras 15 e 16. As plantas localizadas na sub-área 2 tiveram desenvolvimento intermediário, entre as sub-áreas 1 e 3, comprovado pelos índices vegetativos e de produção analisados.

Como os valores crescentes de CE_{es} , encontrados na área experimental, estavam sempre acompanhados de valores também crescentes de PST, a partir dos dados obtidos, é difícil se identificar um valor de salinidade limiar de CE_{es} para a cultura, a partir do qual há decréscimo no seu rendimento.

Níveis salinos, representados por valores de CE_{ca} inferiores a $1,2 \text{ dS.m}^{-1}$, juntamente com valores de PST abaixo de 4,5 %, estão associados aos rendimentos de produção mais altos obtidos, uma média de 113g de matéria seca de grãos/planta, representando 92 % de produção relativa, para nove plantas encontradas nessa posição, na sub-área de cultivo 1. Isso corresponde a 2.260 kg/ha , considerando-se uma densidade de 20.000 plantas, já que o espaçamento utilizado foi de $1 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}$. Para os outros parâmetros analisados, ainda para as mesmas plantas da sub-área 1, nesse nível de salinidade, ou seja valores de CE_{ca} inferiores a $1,2 \text{ dS.m}^{-1}$ e PST inferior a 4,5 %, foram encontrados valores médios correspondentes a um número de folhas de 259, área foliar de 11.013 cm^2 , 66 g de peso de matéria seca de folhas, número de ramos igual a 159, peso de matéria seca de ramos 50 g e número de vagens igual a 44.

Por sua vez, valores iniciais de PST na faixa de 5 a 13 %, ainda que associados a baixos valores de CE_{ca} , (inferiores a $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$), correspondentes às plantas de número 10 a 16, localizadas na sub-área 2, foram suficientes para provocar redução de 23,82 %, na produção de matéria seca de grãos, 29,25 % no número de vagens, 25,74 % no número de folhas, 33,51 % na área foliar, 32,39 % de matéria seca de folhas, 29,47 % do número de ramos e 19,95 % de matéria seca de ramos. A partir desse fato, pode-se afirmar ser *Vigna* bastante sensível à sodicidade. Segundo AYERS & WESTCOST (1991) autores, índices de PST inferiores a 15 % já produzem efeitos negativos no rendimento da cultura (Tabela 5).

Para as condições seguintes, em que os valores iniciais de CE_{ca} variavam de 1 a $3,46 \text{ dS.cm}^{-1}$ e a PST apresentava-se acima de 20 % atingindo valores da ordem de 80 %, houve redução drástica no desenvolvimento e produção da cultura, de 70 % em média, em relação aos valores mais altos verificados na sub-área 1, para todos os parâmetros

avaliados. Nesse caso, a variável menos atingida foi o número de folhas, reduzido em 63,1 % e o mais atingido foi matéria seca de grãos, com redução de 84 %.

Como os valores de PST e CE_{cs} podem ocorrer em diferentes níveis no solo, de forma que um ou outro, ou os dois apresentem interferência no desenvolvimento e produção da cultura, em dado momento, que é o caso da área em estudo, foram realizadas análises estatísticas com os dados da Tabela 11, considerando como Interação 1 os produtos de valores de CE_{cs} e PST iniciais e Interação 2 o produto de CE_{cs} e PST finais. Esses novos parâmetros apresentaram, em regressões, valores de coeficientes de determinação altos e uma distribuição espacial mais uniforme, na plotagem dos pontos.



Figura 15. Aspecto geral da cultura nas áreas 1, 2 e 3, de cima para baixo, aos 25 dias após o plantio.



Figura 16. Vista da cultura nas sub-áreas 1, 2 e 3, de cima para baixo, aos 55 dias após o plantio.

Tabela 11. Parâmetros de desenvolvimento vegetativo e produção das plantas monitoradas e valores médios de CE e PST correspondentes aos locais de cultivo de cada planta.

Plantas	CE inicial (dS.m ⁻¹)	CE final (dS.m ⁻¹)	PST inicial (%)	PST final (%)	Número de folhas	Área foliar (cm ²)	Matéria seca de folhas (g)	Número de ramos	Matéria seca de ramos (g)	Número de vagens	Matéria seca de grãos (g)	Produção relativa (%)
1	1,16	1,18	3,77	2,76	286	8793,41	62,12	198	50,12	49	99,77	80,98
2	1,05	0,81	3,85	2,87	224	8451,51	64,10	141	43,35	49	110,39	89,60
3	0,94	0,73	3,15	3,34	393	15293,79	78,14	202	64,93	64	123,20	100,00
4	0,73	0,75	3,25	3,03	270	12698,28	69,68	156	56,89	47	122,55	99,47
5	0,89	0,98	2,87	3,71	270	10411,59	53,56	144	50,43	30	108,30	87,91
6	0,72	1,24	3,78	2,31	275	13226,80	84,77	152	46,48	41	116,11	94,25
7	0,63	0,89	3,44	2,46	223	9290,42	58,17	127	49,06	32	112,51	91,32
8	0,66	0,59	2,76	2,88	277	12280,56	66,35	188	44,64	36	112,34	91,19
9	0,65	0,87	4,28	3,32	214	8666,65	53,50	123	44,38	44	111,52	90,52
10	0,66	1,17	11,49	12,87	158	6222,23	39,57	95	38,00	20	68,16	55,32
11	0,59	1,97	5,35	4,98	195	7782,66	46,08	128	43,27	34	96,42	78,26
12	1,01	1,49	9,80	8,24	197	6755,40	43,10	90	30,06	27	72,48	58,83
13	0,49	1,17	9,14	6,34	180	6521,73	40,25	94	33,52	32	82,48	66,95
14	0,65	1,60	5,75	5,37	199	8314,85	52,05	153	51,79	32	100,52	81,59
15	0,56	0,93	5,24	5,71	210	8322,72	45,31	102	43,11	38	95,94	77,87
16	0,59	1,46	6,97	5,90	208	7334,25	44,09	123	40,58	33	86,41	70,14
17	1,01	1,73	20,16	17,73	132	4230,00	30,45	75	23,47	15	34,42	27,94
18	2,30	1,90	73,86	48,74	83	2713,22	17,75	47	13,63	11	19,26	15,63
19	2,27	2,39	68,03	47,32	107	3200,57	20,59	58	18,37	7	20,58	16,70
20	2,91	3,39	69,95	49,69	118	3365,21	22,84	46	14,59	4	15,22	12,35
21	2,07	2,00	79,61	47,22	95	1940,04	15,78	39	11,99	5	17,08	13,86
22	2,25	1,74	76,81	60,42	105	2740,13	17,57	47	12,32	6	12,10	9,82
23	2,64	3,46	75,16	48,74	78	3077,61	19,42	39	12,05	6	19,74	16,02
24	2,42	2,36	70,44	52,51	87	2901,57	19,22	57	16,37	9	20,06	16,28
25	2,97	3,40	79,99	55,02	78	1853,88	12,97	36	12,34	3	11,05	8,97
26	2,99	3,24	82,66	60,12	74	1959,48	13,95	34	14,05	8	9,33	7,57

4.5. Análises estatísticas dos dados

4.5.1. Estatística descritiva

As análises estatísticas descritivas foram realizadas com o objetivo de se conhecer as medidas estatísticas básicas dos resultados (Tabela 12).

Os parâmetros de desenvolvimento vegetativo e de produção analisados, sem exceção, apresentam tendência de ajuste à distribuição normal dos dados, o que não acontece com os parâmetros relativos ao solo, principalmente a PST.

A tendência de distribuição não normal do conjunto de dados pode ser percebida também através dos valores dos coeficientes de curtose para CE_{∞} e PST, bem como para todos os parâmetros vegetativos e de produção analisados. Os valores dos coeficientes de curtose são inferiores a três, o que caracteriza uma distribuição não normal, do tipo platicúrtica (COSTA NETO, 1997).

No presente caso não se pretende fazer inferências sobre a normalidade da distribuição, tendo em vista a utilização de testes paramétricos. As análises estatísticas de regressão, no presente trabalho, envolvem os dados que se constituem em diversas variáveis, objetivando a construção de modelos entre a variável ou variáveis independentes e a variável dependente. Os testes de análise de variância F e teste estatístico t têm utilidade global e específica, respectivamente, para verificar a hipótese nula para os coeficientes das funções obtidas, conforme citado no item 3.6.2.

As medidas de dispersão caracterizam o grau de variabilidade existente no conjunto de valores (COSTA NETO, 1997). Na Tabela 12 encontram-se os valores de coeficientes de variação e amplitude com esse fim. No primeiro caso, os valores de

coeficientes de variação segundo a classificação proposta por WARRICK & NIELSEN (1980) para variáveis de solo, encontram-se em patamares de variação mediana (CV entre 12 e 60 %) e com alta variabilidade (CV maior que 60 %) para CE_{es} e PST, respectivamente.

Para os parâmetros de desenvolvimento e produção vegetal, CV variou de 45,74 %, correspondendo ao parâmetro nº de folhas, a 66,39 %, correspondendo ao número de vagens. Tais valores demonstram uma certa uniformidade da variação em torno da média de cada variável da cultura analisada.

Os valores de amplitude de CE_{es} , denotam pouca variação desse parâmetro, na área de estudo. Com relação à PST, bem como aos índices vegetativos e de produção da cultura analisados, os valores de amplitude mostraram-se altos o que permite inferir, para as condições de cultivo, em princípio, ser a percentagem de sódio trocável o parâmetro do solo com contribuição determinante no desenvolvimento e produção do caupi.

Tabela 12. Resultados de análises estatística descritiva dos dados de CE, PST e de parâmetros vegetativos e de produção da cultura do feijão caupi.

Estatística	CE inicial	CE final	PST Inicial	PST Final	Int 1 ¹	Int 2 ²	Nº de folhas	Área foliar	Matéria seca de folhas	Nº de ramos	Matéria seca de ramos	Nº de vagens	Matéria seca de grãos	Produção relativa
Média	1,38	1,67	30,06	21,68	69,39	52,67	182,15	6859,56	41,98	103,62	33,84	26,23	69,15	56,13
Mediana	0,97	1,47	8,06	6,12	4,43	9,22	196,00	7044,82	43,60	98,50	39,29	31,00	84,45	68,54
CV ³ (%)	65,08	53,26	112,37	106,45	132,94	129,34	45,74	56,76	51,20	51,46	49,53	66,39	62,94	62,94
Curtose	-1,17	-0,19	-1,59	-1,49	-1,18	-0,50	-0,15	-0,70	-1,03	-1,08	-1,40	-0,95	-1,76	-1,76
Amplitude	2,50	2,87	79,90	58,11	245,33	193,09	319,00	13439,91	71,80	168,00	52,94	61,00	113,87	92,43
Mínimo	0,49	0,59	2,76	2,31	1,82	1,70	74,00	1853,88	12,97	34,00	11,99	3,00	9,33	7,57
Máximo	2,99	3,46	82,66	60,42	247,15	194,79	393,00	15293,79	84,77	202,00	64,93	64,00	123,20	100,00
NC ⁴ (95,0%)	0,36	0,36	13,64	9,32	37,26	27,52	33,65	1572,66	8,68	21,54	6,77	7,03	17,58	14,27

¹ Int 1 = Produto de CE_{inicial} • PST_{inicial}

² Int 2 = Produto de CE_{final} • PST_{final}

³ Coeficiente de Variação

⁴ Nível de confiança de 95 %

4.5.2. Análises de regressão

A Tabela 13 contém os resultados dos modelos de regressão múltipla e potência, bem como as funções e os coeficientes de determinação, relacionando as variáveis independentes (CE inicial, CE final, PST inicial, PST final, Interação 1 e Interação 2), com as variáveis dependentes (número de folhas, área foliar, matéria seca de folhas, número de ramos, matéria seca de ramos, número de vagens, matéria seca de grãos e produção relativa). Na respectiva Tabela pode-se, ainda, verificar as variações de cada coeficiente das funções de correlação, para um intervalo de confiança de 99 %.

Tabela 13. Resultados das análises de regressão para os parâmetros estudados.

Variáveis independentes	Variáveis dependentes	Regressão		Intervalo de confiança 99% (+/-)			
		Tipo	Função	R ²	a	b	c
CE inicial	Nº de folhas	potência	NF = 186,39 . CE ini ^{-0,47}	0,44	36,59	0,38	-
	Área foliar		AF = 6988,15 . CE ini ^{-0,62}	0,48	1709,33	0,48	-
	Mat seca de folhas		MSF = 42,87 . CE ini ^{-0,56}	0,49	9,19	0,41	-
	Nº de ramos		NR = 105,93 . CE ini ^{-0,54}	0,45	23,45	0,43	-
	Mat seca de ramos		MSR = 34,41 . CE ini ^{-0,62}	0,60	6,43	0,37	-
	Nº de vagens		NV = 26,63 . CE ini ^{-0,73}	0,48	7,89	0,60	-
	Mat seca de grãos		MSG = 69,46 . CE ini ^{-0,82}	0,65	16,66	0,49	-
	Produção relativa		PR = 56,38 . CE ini ^{-0,82}	0,65	13,53	0,49	-
PST inicial	Nº de folhas	potência	NF = 414,66 . PSTini ^{-0,36}	0,86	80,95	0,36	-
	Área foliar		AF = 19864 . PSTini ^{-0,49}	0,89	4707,47	0,14	-
	Mat seca de folhas		MSF = 106,96 . PSTini ^{-0,42}	0,89	21,23	0,11	-
	Nº de ramos		NR = 265,12 . PSTini ^{-0,42}	0,88	56,03	0,12	-
	Mat seca de ramos		MSR = 83,25 . PSTini ^{-0,40}	0,92	13,71	0,09	-
	Nº de vagens		NV = 82,82 . PST ini ^{-0,53}	0,83	28,51	0,21	-
	Mat seca de grãos		MSG = 222,29 . PST ini ^{-0,53}	0,96	36,93	0,10	-
Produção relativa	PR = 180,44 . PST ini ^{-0,53}	0,96	29,98	0,10	-		
CE inicial, PST inicial	Nº de folhas	múltipla/ polinomial	NF = 118,84 - 12,52 . CE ini + (549,22/PST ini)	0,87	70,168	29,92	214,28
	Área foliar		AF = 4045,15 - 680,73 . CE ini + (25582,40/PST ini)	0,89	2913,17,0	1242,32	8896,36
	Mat seca de folhas		MSF = 29,73 - 5,14 . CE ini + (131,77/PST ini)	0,88	321	7,26	52,02
	Nº de ramos		NR = 67,82 - 10,25 . CE ini + (340,37/PST ini)	0,87	43,43	18,52	132,62
	Mat seca de ramos		MSR = 30,00 - 6,60 . CE ini + (88,14/PST ini)	0,90	11,85	5,06	32,20
	Nº de vagens		NV = 21,02 - 5,88 . CE ini + (90,71/PST ini)	0,81	17,37	7,41	53,05
	Mat seca de grãos		MSG = 63,94 - 19,83 . CE ini + (221,80/PST ini)	0,96	19,33	8,24	59,04
Produção relativa	PR = 51,89 - 16,10 . CE ini + (180,04/PST ini)	0,96	15,69	6,69	47,91		
CE final	Nº de folhas	potência	NF = 226,23 . CE fin ^{-0,73}	0,69	30,64	0,31	-
	Área foliar		AF = 8847,70 . CE fin ^{-0,93}	0,71	1377,62	0,39	-
	Mat seca de folhas		MSF = 52,96 . CE fin ^{-0,80}	0,67	8,11	0,37	-
	Nº de ramos		NR = 130,49 . CE fin ^{-0,79}	0,64	20,81	0,38	-
	Mat seca de ramos		MSR = 42,34 . CE fin ^{-0,75}	0,65	6,51	0,36	-
	Nº de vagens		NV = 34,55 . CE fin ^{-0,98}	0,65	6,78	0,50	-
	Mat seca de grãos		MSG = 90,73 . CE fin ^{-0,96}	0,69	15,87	0,44	-
Produção relativa	PR = 73,64 . CE fin ^{-0,96}	0,69	12,88	0,44	-		

Tabela 13. (continuação)

Variáveis independentes	Variáveis dependentes	Regressão		Intervalo de confiança 99% (+/-)			
		Tipo	Função	R ²	a	b	c
PST final	Nº de folhas	potência	NF = 390,51 . PST fin ^{-0,36}	0,82	82,64	0,12	-
	Área foliar		AF = 18090,27 . PST fin ^{-0,48}	0,84	4600,55	0,16	-
	Mat seca de folhas		MSF = 105,44 . PST fin ^{-0,45}	0,92	17,17	0,10	-
	Nº de ramos		NR = 248,34 . PST fin ^{-0,42}	0,85	55,31	0,14	-
	Mat seca de ramos		MSR = 77,65 . PST fin ^{-0,40}	0,86	15,55	0,12	-
	Nº de vagens		NV = 78,40 . PST fin ^{-0,54}	0,83	24,66	0,21	-
	Mat seca de grãos		MSG = 206,65 . PST fin ^{-0,54}	0,93	38,24	0,12	-
Produção relativa	PR = 167,51 . PST fin ^{-0,54}	0,93	31,04	0,12	-		
CE final, PST final	Nº de folhas	múltipla/ polinomial	NF = 165,91 - 28,01 . CE ini + (371,16/PST ini)	0,80	99,15	37,86	232,63
	Área foliar		AF = 5402,15 - 1068,84 . CE ini + (19093,73/PST ini)	0,83	4292,21	1639,14	10070,24
	Mat seca de folhas		MSF = 28,20 - 4,09 . CE ini + (121,29/PST ini)	0,91	17,40	6,65	40,83
	Nº de ramos		NR = , 83,99 - 14,62 . CE ini + (259,39/PST ini)	0,82	60,56	23,13	142,08
	Mat seca de ramos		MSR = 32,40 - 6,38 . CE ini + (71,18/PST ini)	0,81	19,43	7,42	45,58
	Nº de vagens		NV = 24,72 - 6,63 . CE ini + (74,13/PST ini)	0,81	20,02	7,65	46,98
	Mat seca de grãos		MSG = 61,47 - 16,03 . CE ini + (202,93/PST ini)	0,90	36,51	13,94	85,66
Produção relativa	PR = 49,89 - 13,01 . CE ini + (164,73/PST ini)	0,90	29,64	11,32	69,53		
Interação 1 (Ce inicial . PST inicial)	Nº de folhas	potência	NF = 318,56 . CE ini ^{-0,24}	0,77	60,05	0,10	-
	Área foliar		AF = 14520,38 . CE ini ^{-0,35}	0,83	3158,39	0,14	-
	Mat seca de folhas		MSF = 80,71 . CE ini ^{-0,29}	0,83	15,20	0,11	-
	Nº de ramos		NR = 196,98 . CE ini ^{-0,29}	0,79	40,30	0,12	-
	Mat seca de ramos		MSR = 64,93 . CE ini ^{-0,29}	0,89	9,25	0,08	-
	Nº de vagens		NV = 59,27 . CE ini ^{-0,38}	0,78	17,12	0,20	-
	Mat seca de grãos		MSG = 167,21 . CE ini ^{-0,42}	0,96	19,83	0,09	-
Produção relativa	PR = 135,73 . CE ini ^{-0,42}	0,96	16,09	0,09	-		
Interação 2 (CE final . PST final)	Nº de folhas	potência	NF = 343,07 . CE ini ^{-0,26}	0,84	55,91	0,08	-
	Área foliar		AF = 15224,78 . CE ini ^{-0,35}	0,86	2790,11	0,11	-
	Mat seca de folhas		MSF = 87,37 . CE ini ^{-0,31}	0,90	12,46	0,08	-
	Nº de ramos		NR = 210,27 . CE ini ^{-0,30}	0,84	38,06	0,10	-
	Mat seca de ramos		MSR = 66,44 . CE ini ^{-0,28}	0,85	11,05	0,09	-
	Nº de vagens		NV = 63,33 . CE ini ^{-0,38}	0,83	14,83	0,14	-
	Mat seca de grãos		MSG = 165,42 . CE ini ^{-0,38}	0,92	25,58	0,09	-
Produção relativa	PR = 134,27 . CE ini ^{-0,38}	0,92	20,77	0,09	-		

4.5.2.1. Regressão linear

O modelo de regressão linear não consta no Tabela anterior uma vez que, apesar de as funções apresentarem altos valores de coeficiente de determinação múltipla (R^2), principalmente com a variável independente PST final, a distribuição dos valores na plotagem dos pontos não se mostrou satisfatória. Tal fato permite concluir não ser esse modelo de maior contribuição para determinação de y (NASCIMENTO et al., 1996). Mesmo assim os resultados do teste F de análise de variância e do teste t, apresentaram valores calculados superiores ao nível de significância para esses parâmetros.

A Figura 17 ilustra o desempenho desse modelo, caso em que os valores de R^2 foram altos e a plotagem dos pontos de forma não satisfatória. A Tabela 14 contém resultados da análise de variância e teste t para esse tipo de regressão.

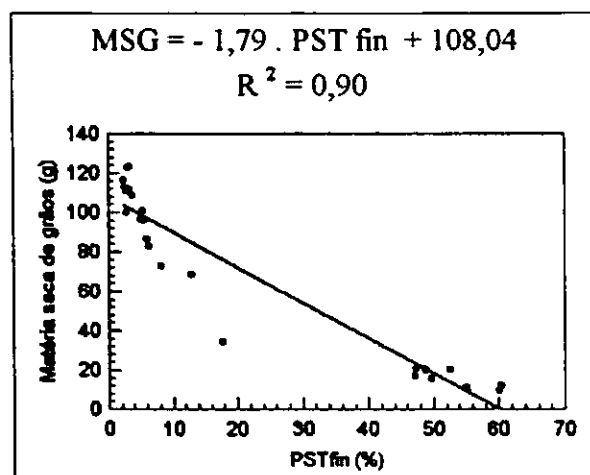


Figura 17. Regressão linear com variável independente PST final e variável dependente matéria seca de grãos.

Tabela 14. Resultado do teste F de análise de variância e teste t para regressão linear com variável independente PST final (%) e variável dependente matéria seca de grãos (g).

Variável dependente: Número de folhas					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	-1,79	0,12	-15,10	0,00000	
b	108,04	3,72	29,02	0,00000	

Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	42847,48	42847,48	228,04	0,00000
Resíduo	24	4509,43	187,89	-	-
Total	25	47356,91	-	-	-

4.5.2.2. Regressão múltipla

A regressão múltipla permitiu a utilização simultânea dos parâmetros CE_{cs} e PST como variáveis independentes no modelo. Esse tipo de regressão estabeleceu funções com coeficientes de determinação múltipla (R^2) variando de 0,80 a 0,96. O maior valor de R^2 encontrado correspondeu à correlação entre CE e PST iniciais na produção de matéria seca de grãos da cultura. O menor valor de R^2 correspondeu à correlação entre as variáveis independentes CE e PST finais, sobre a variável dependente número de folhas.

As Figuras 18 e 19 e as Tabelas 15 e 16, a seguir, contêm os gráficos das regressões múltiplas para as variáveis independentes CE e PST iniciais, CE e PST finais e os resultados das análises de variância e teste t, respectivamente.

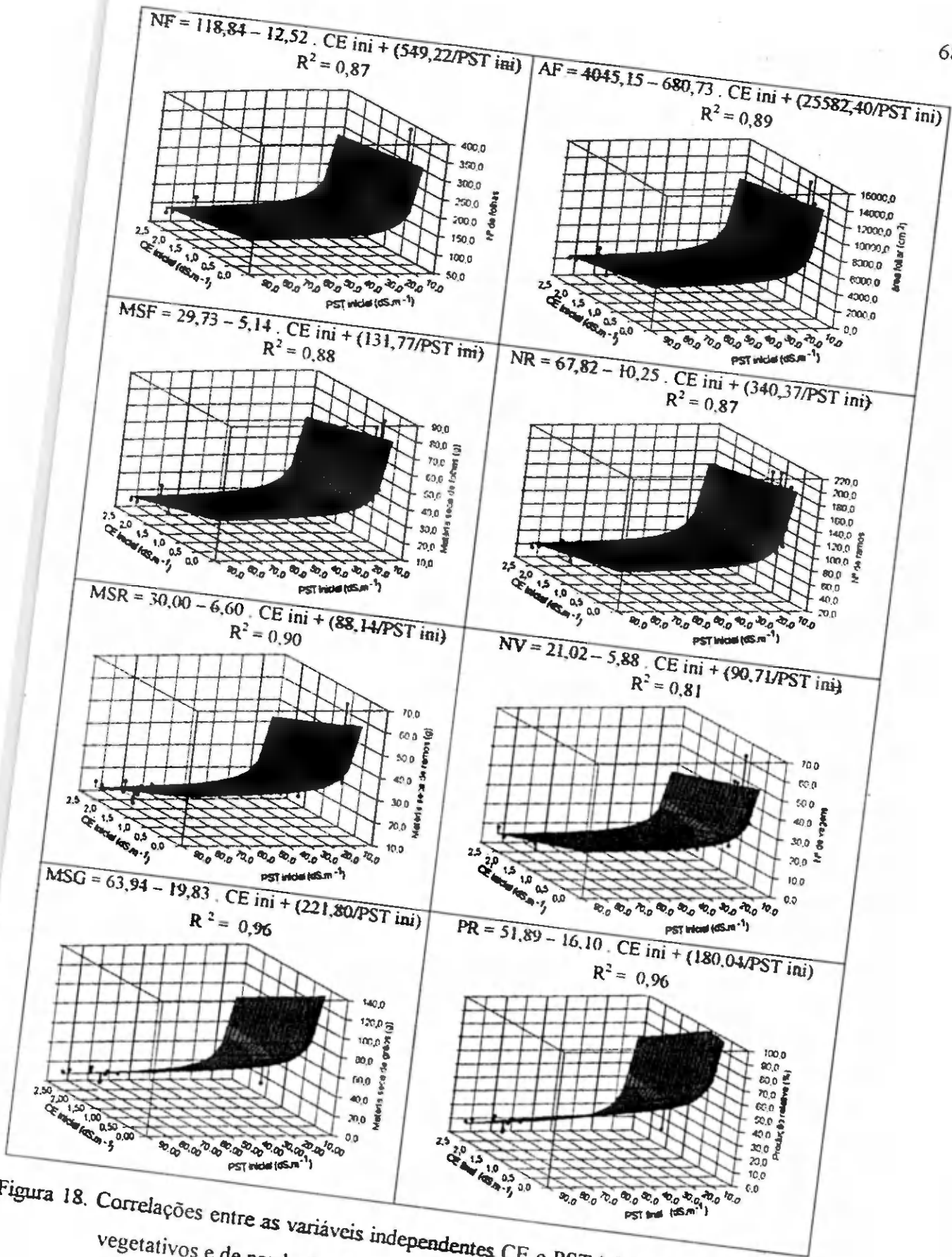


Figura 18. Correlações entre as variáveis independentes CE e PST iniciais e os parâmetros vegetativos e de produção da cultura do caupi.

Figura 19. Correlações entre as variáveis independentes CE e PST finais e os parâmetros vegetativos e de produção da cultura do caupi.

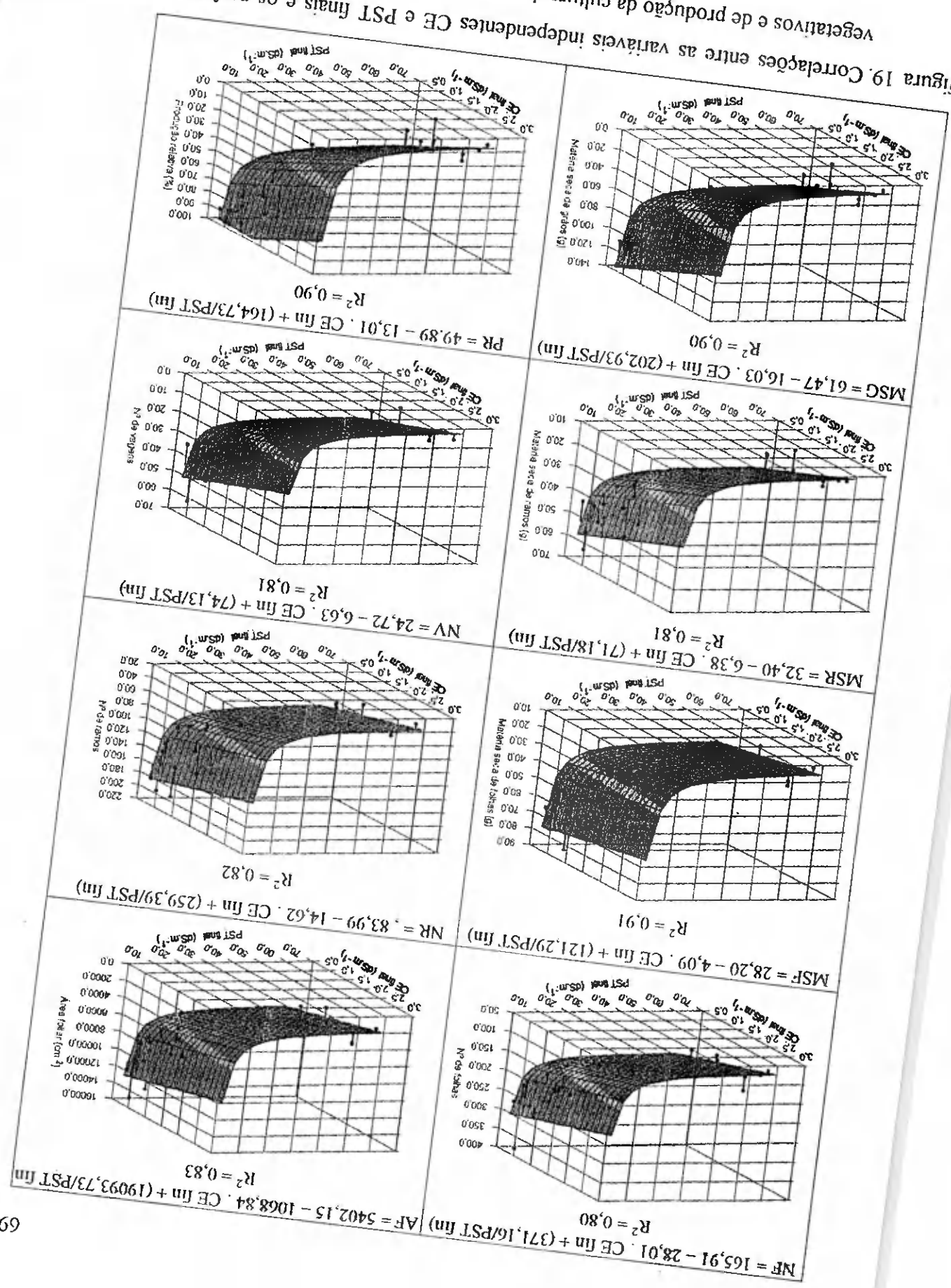


Tabela 15. Resultados do teste F de análise de variância e teste t da regressão múltipla com variáveis independentes CE e PST iniciais.

Variável dependente: Número de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	118,84	25,00	4,75	0,00009	
b	-12,52	10,66	-1,17	0,25232	
c	549,22	76,33	7,20	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	150136,23	75068,12	73,80	0,00000
Resíduo	24	23395,15	1017,18	-	-
Total	25	173531,38	-	-	-
Variável dependente: Área foliar					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	4045,15	1037,73	3,90	0,00072	
b	-680,73	442,53	-1,54	0,13763	
c	25582,40	3169,01	8,07	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	338676405,70	169338202,80	96,58	0,00000
Resíduo	24	40325676,54	1753290,28	-	-
Total	25	379002082,20	-	-	-
Variável dependente: Matéria seca de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	29,73	6,07	4,90	0,00006	
b	-5,14	2,59	-1,99	0,05901	
c	131,77	18,53	7,11	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	10169,16	5084,58	84,83	0,00000
Resíduo	24	1378,63	59,94	-	-
Total	25	11547,79	-	-	-
Variável dependente: Número de ramos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	67,82	15,47	4,38	0,00022	
b	-10,25	6,60	-1,55	0,13377	
c	340,37	47,24	7,21	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	62119,27	31059,63	79,72	0,00000
Resíduo	24	8960,89	389,60	-	-
Total	25	71080,15	-	-	-

Tabela 15. (continuação).

Variável dependente: Matéria seca de ramos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	30,00	4,22	7,11	0,00000	
b	-6,60	1,80	-3,67	0,00128	
c	88,14	12,90	6,83	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	6354,47	3177,24	109,44	0,00000
Resíduo	24	667,75	29,03	-	-
Total	25	7022,23	-	-	-
Variável dependente: Número de vagens					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	21,02	6,19	3,40	0,00247	
b	-5,88	2,64	-2,23	0,03599	
c	90,71	18,90	4,80	0,00008	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	6148,91	3074,46	49,32	0,00000
Resíduo	24	1433,70	62,33	-	-
Total	25	7582,62	-	-	-
Variável dependente: Matéria seca de grãos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	63,94	6,89	9,28	0,00000	
b	-19,83	2,94	-6,75	0,00000	
c	221,80	21,03	10,55	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	45581,16	22790,58	295,19	0,00000
Resíduo	24	1775,75	77,21	-	-
Total	25	47356,91	-	-	-
Variável dependente: Produção relativa					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	51,89	5,59	9,29	0,00000	
b	-16,10	2,38	-6,75	0,00000	
c	180,04	17,07	10,55	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	30032,90	15016,45	295,28	0,00000
Resíduo	24	1169,67	50,86	-	-
Total	25	31202,57	-	-	-

Tabela 16. Resultados do teste F de análise de variância e teste t da regressão múltipla com

variáveis independentes CE e PST finais.

Variável dependente: Número de folhas					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	165,92	35,32	4,70	0,00010	
b	-28,02	13,49	-2,08	0,04915	
c	371,16	82,87	4,48	0,00017	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	138816,52	69408,26	45,99	0,00000
Resíduo	24	34714,87	1509,34	-	-
Total	25	173531,38	-	-	-

Variável dependente: Área foliar					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	5402,15	1528,95	3,53	0,00178	
b	-1068,84	583,88	-1,83	0,08015	
c	19093,73	3587,16	5,32	0,00002	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	313954089,70	156977044,80	55,50	0,00000
Resíduo	24	65047992,57	2828173,59	-	-
Total	25	379002082,20	-	-	-

Variável dependente: Matéria seca de folhas					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	28,20	6,20	4,55	0,00014	
b	-4,09	2,37	-1,73	0,09757	
c	121,29	14,54	8,34	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	10478,58	5239,29	112,70	0,00000
Resíduo	24	1069,21	46,49	-	-
Total	25	11547,79	-	-	-

Variável dependente: Número de ramos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	83,99	21,57	3,89	0,00073	
b	-14,62	8,24	-1,77	0,08914	
c	259,39	50,61	5,13	0,00003	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	58130,89	29065,45	51,62	0,00000
Resíduo	24	12949,26	563,01	-	-
Total	25	71080,15	-	-	-

Tabela 16. (continuação).

Variável dependente: Matéria seca de ramos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	32,40	6,92	4,68	0,00010	
b	-6,38	2,64	-2,41	0,02417	
c	71,18	16,23	4,38	0,00022	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	5689,88	2844,94	49,11	0,00000
Resíduo	24	1332,34	57,93	-	-
Total	25	7022,23	-	-	-

Variável dependente: Número de vagens					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	24,72	7,13	3,47	0,00209	
b	-6,63	2,72	-2,44	0,02302	
c	74,13	16,73	4,43	0,00019	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	6167,05	3083,53	50,10	0,00000
Resíduo	24	1415,56	61,55	-	-
Total	25	7582,62	-	-	-

Variável dependente: Matéria seca de grãos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	61,47	13,01	4,73	0,00009	
b	-16,03	4,97	-3,23	0,00372	
c	202,93	30,51	6,65	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	42650,02	21325,01	104,20	0,00000
Resíduo	24	4706,89	204,65	-	-
Total	25	47356,91	-	-	-

Variável dependente: Produção relativa					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	49,89	10,56	4,73	0,00009	
b	-13,01	4,03	-3,23	0,00372	
c	164,73	24,77	6,65	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	28101,50	14050,75	104,21	0,00000
Resíduo	24	3101,07	134,83	-	-
Total	25	31202,57	-	-	-

Segundo NASCIMENTO et al. (1996), o coeficiente de determinação (R^2) não é suficiente para se verificar a validade do modelo de regressão múltipla, uma vez que o valor desse parâmetro aumenta à medida que são introduzidas novas variáveis, chegando bem próximo a 1, sem contudo, haver contribuição para a previsão de y . Para se evitar tal dificuldade deve-se recorrer ao teste F de análise de variância, como no presente caso.

Os resultados das análises de variância, envolvendo de forma global, os coeficientes de cada função de correlação, mostraram valor de F calculado sempre superior ao estabelecido pelo programa computacional, com nível de significância superior a 1 %.

Os resultados do teste t, porém, revelaram níveis de significância inferiores a 1 % para os coeficientes associados a CE_{cs} . Este fato ocorreu na relação com CE inicial e as variáveis dependentes número de folhas, área foliar, matéria seca de folhas, número de ramos e número de vagens, com valores de 25 %, 14 %, 6 %, 13 % e 4 %, respectivamente. Para CE final, os níveis de significância inferiores a 1 % corresponderam às variáveis dependentes citadas anteriormente, com valores de 5 %, 8 %, 10 %, 9 % e 2 %, além de matéria seca de ramos, também com 2 %.

A contribuição da condutividade elétrica do solo para a determinação dos citados índices de desenvolvimento da cultura do caupi, portanto, diminuiu à medida que decresceu o nível de significância do coeficiente associado ao teste estatístico.

Para NASCIMENTO et al. (1996), a ocorrência de multicolinearidade é freqüente na regressão múltipla, uma vez que há a possibilidade de existir correlação entre as variáveis independentes. Segundo esses autores, a multicolinearidade pode provocar erros nas estimativas dos parâmetros e estatísticas, além do surgimento de resultados confusos, com possíveis inversões dos sinais dos coeficientes.

A multicolinearidade pode ser detectada através de (a) correlações significativas entre pares de variáveis independentes no modelo; (b) testes não significativos (teste t) para distribuição de cada parâmetro quando o teste global F é significativo e (c) sinais opostos aos esperados nos coeficientes estimados.

A hipótese (b) e (c) da existência de multicolinearidade para as análises de regressão múltipla realizadas, em princípio, torna-se inválida quando se considera que não ocorreram, nos teste t, níveis de não significância e também porque os coeficientes das funções de correlação obtidas mostraram-se invertidos. Ainda com relação a (c), saliente-se que o termo da função que contem PST, embora com sinal positivo, diminui à medida que a PST aumenta, por ser o valor da percentagem de sódio trocável divisor do coeficiente. Tais afirmações podem ser confirmadas nas Tabelas 13, 15 e 16.

Com relação a (c) tem-se que a ocorrência da sodicidade é independente da ocorrência da salinidade, podendo estar presentes, no solo, de maneira conjunta ou em separado (RICHARDS, 1954; BOHN et al., 1985) (Tabela 1). Tal observação, no entanto, não isenta a necessidade de se verificar a falta de correlação entre essas variáveis independentes no presente trabalho, uma vez que as análises foram feitas com dados coletados em campo, que poderiam, ocasionalmente, apresentar a existência de correlação.

Na Figura 20, a seguir, percebe-se que a posição dos pontos, em relação à reta, denota imperfeição na correlação entre as variáveis CE e PST iniciais e CE e PST finais, respectivamente. No caso de CE e PST finais, o valor de R^2 contribui, também, para expressar baixa correlação entre essas variáveis independentes. Dessa forma, considera-se como inexistente a influência de multicolinearidade nas regressões múltiplas realizadas.

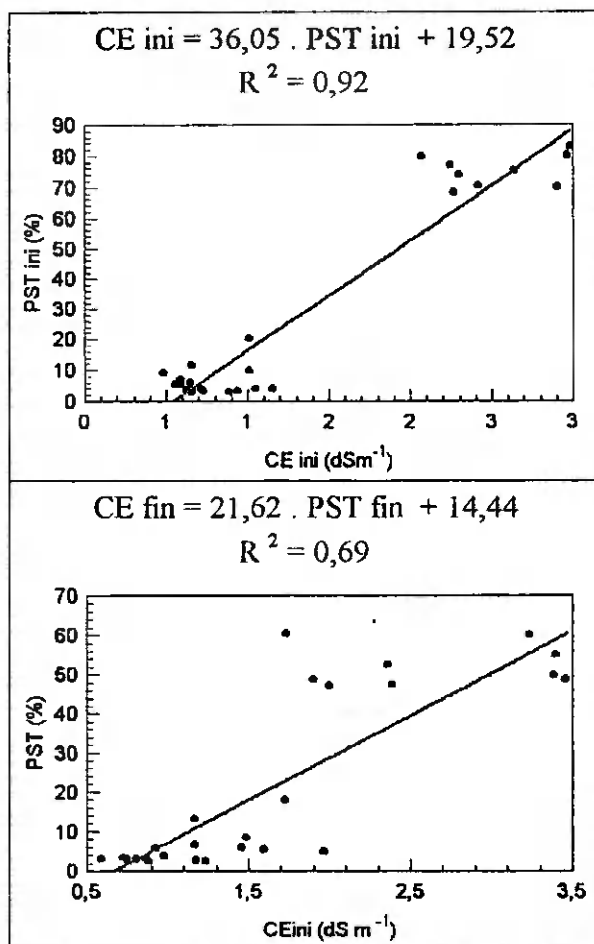


Figura 20. Correlações lineares para as variáveis CE e PST iniciais e CE e PST finais, respectivamente.

A possibilidade da utilização conjunta dos valores de CE e PST para estabelecer respostas de desenvolvimento e produção da cultura, confere importância à correlação múltipla, uma vez que esses parâmetros, podem produzir, de forma simultânea, interferência no desenvolvimento das culturas. É o caso da ocorrência de solos salinos-sódicos.

4.5.2.3. Regressão potência

Análises de regressão com o modelo potência revelaram maiores valores de coeficientes de determinação múltipla para PST inicial e PST final. Quando esses parâmetros do solo foram relacionados às diversas variáveis dependentes, R^2 variou de 0,82 a 0,96. O maior valor de R^2 ocorreu para a correlação PST inicial e peso da matéria seca de grãos. O menor valor, para PST final e o parâmetro de desenvolvimento vegetativo número de folhas. A distribuição espacial na plotagem dos pontos apresentou-se de forma coerente com a curva da função de correlação.

As Interações 1 e 2, por sua vez, apresentaram valores de R^2 semelhantes aos de PST, variando de 0,77 a 0,92; esses valores extremos de coeficientes de correlação corresponderam à variável independente Interação 1 e às variáveis dependentes número de folhas e matéria seca de grãos, respectivamente. Da mesma forma que no caso citado anteriormente, a distribuição espacial na plotagem dos pontos apresentou-se de forma coerente com a curva da função de correlação.

As correlações envolvendo CE_{cs} , por sua vez, apresentaram valores R^2 menores, da ordem de 0,44 a 0,71, sendo o primeiro valor de R^2 para a correlação entre CE inicial e número de folhas e o segundo, para a correlação CE final e área foliar. Além disso, a distribuição espacial na plotagem dos pontos não foi uniforme, quando comparada com os casos de regressão potência com PST inicial e final e com as Interações 1 e 2.

A partir do exposto anteriormente, infere-se que, nas condições ambientais em que ocorreu o cultivo do caupi, a contribuição da CE_{cs} para a determinação dos parâmetros de desenvolvimento e produção da cultura analisados, é inferior à contribuição apresentada pela PST. A validade do conhecimento dos níveis de CE_{cs} observados no

presente caso, tem efetividade quando da utilização conjunta com os níveis de PST, na forma de funções de correlação múltipla e de interações. As funções de regressão múltipla, porém, permitem a entrada individualizada dos dados de CE_{cs} e PST diferentemente das funções resultantes da interações, em que o resultado é o produtos dos valores do níveis de CE_{cs} e PST.

As análises estatísticas detectaram níveis de significância para o teste F de análise de variância e para o teste t superiores a 1 % em todos os casos das análises de regressão potência.

Em seqüência, as Figuras 21, 22, 23 e 24 contêm gráficos ilustrando os modelos de regressão potencial, relacionando as variáveis independentes CE inicial, CE final, PST inicial, PST final, Interação 1 ($CE_{ini} \cdot PST_{ini}$) e Interação 2 ($CE_{fin} \cdot PST_{fin}$) com todas as variáveis dependentes. As Tabelas 17, 18, 19, 20 21 e 22 apresentam os resultados das análises de variância e teste t das regressões.

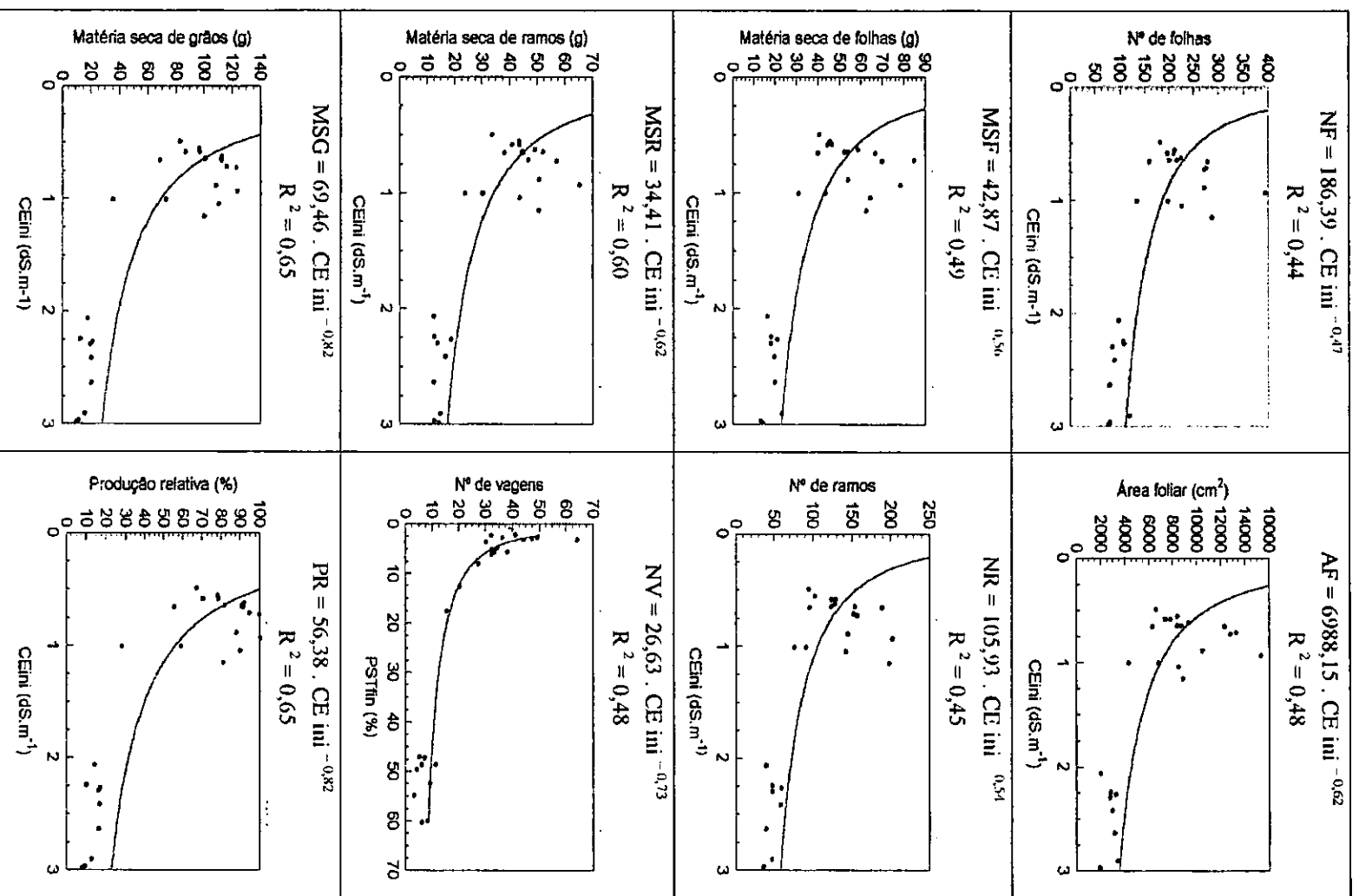


Figura 21. Correlação tipo potência entre CE inicial e os parâmetros de desenvolvimento vegetativo e de produção.

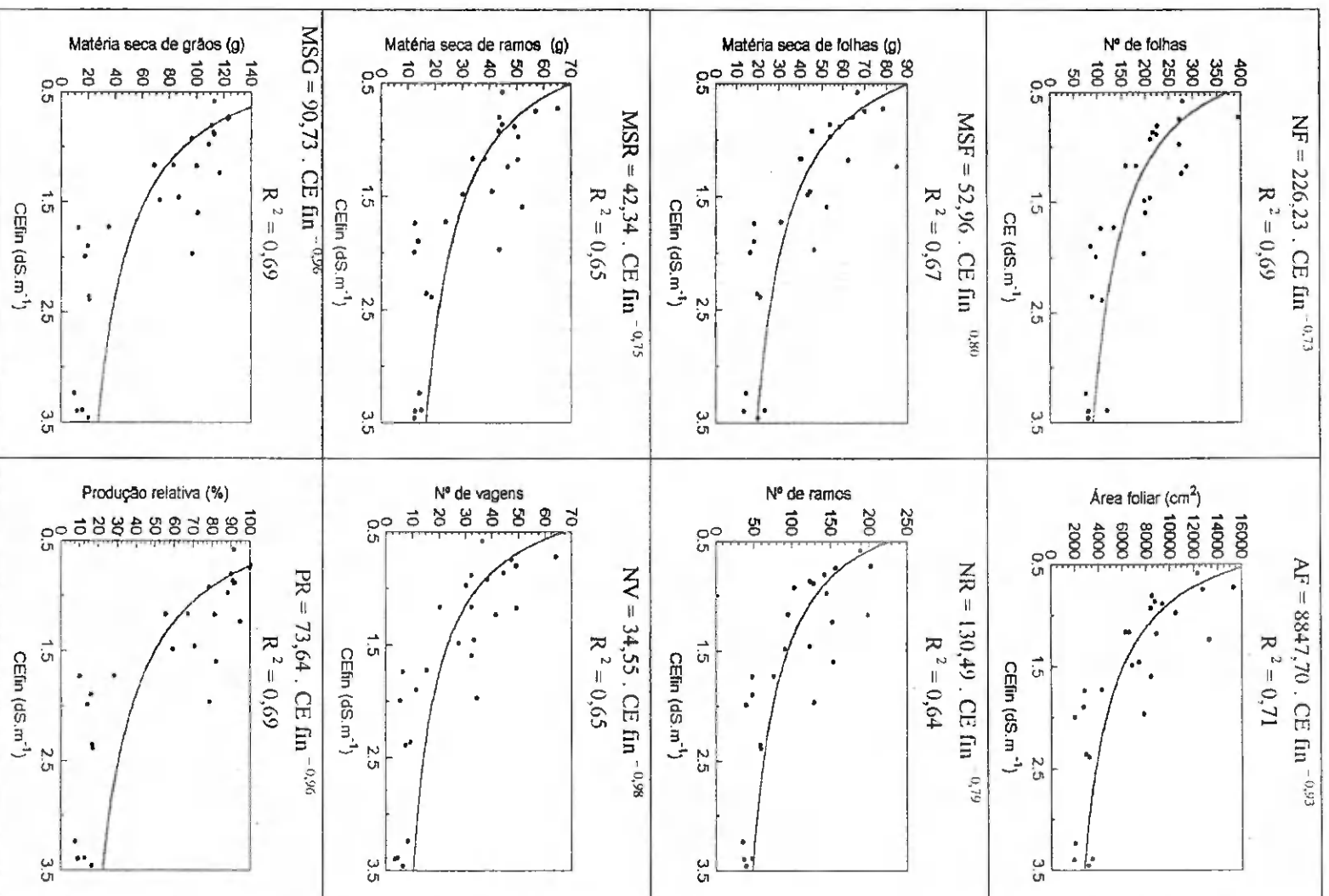


Figura 22. Correlação tipo potência entre CE final e os parâmetros de desenvolvimento vegetativo e de produção.

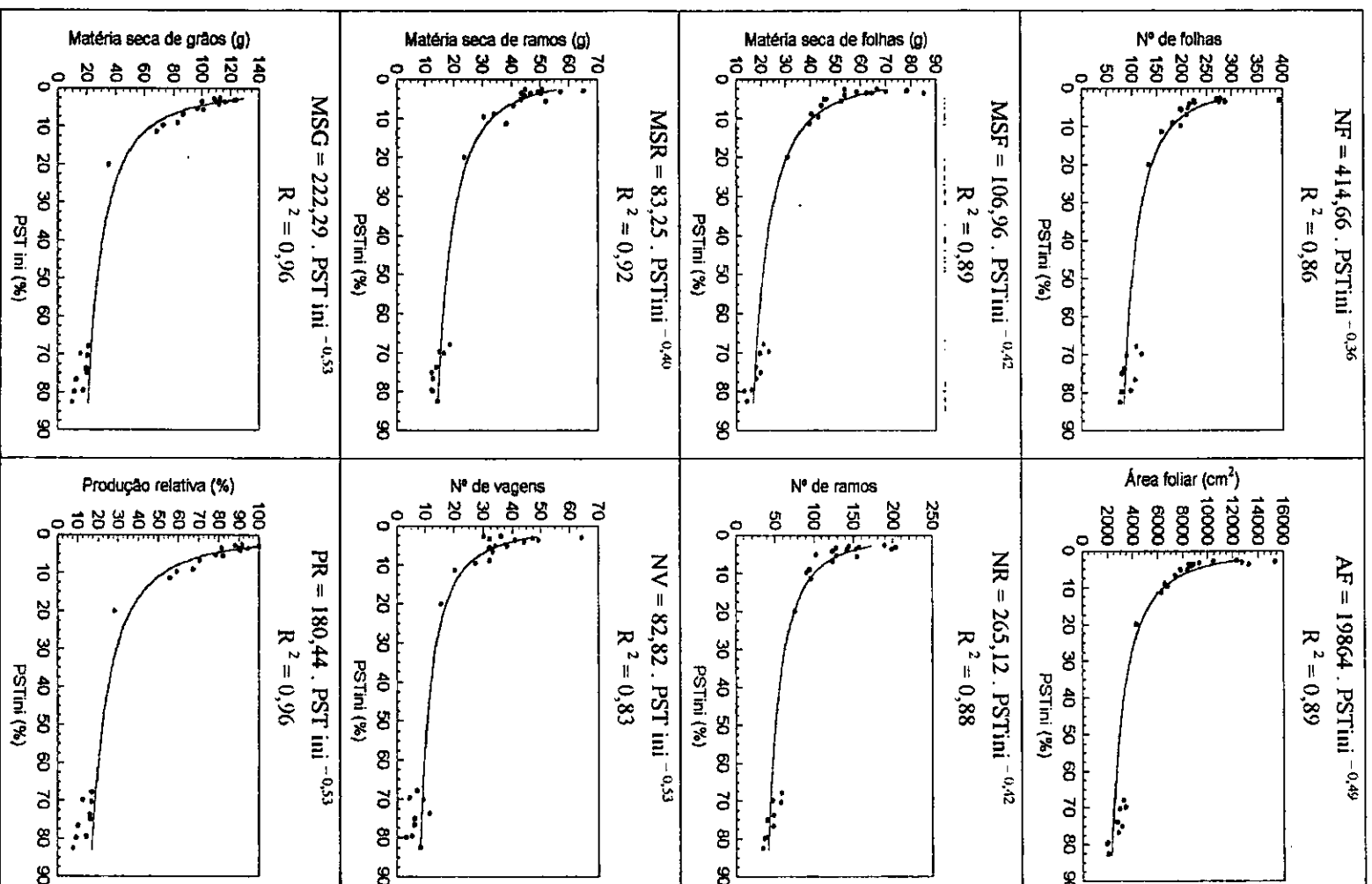


Figura 23. Correlação tipo potência entre PST inicial e os parâmetros de desenvolvimento vegetativo e de produção.

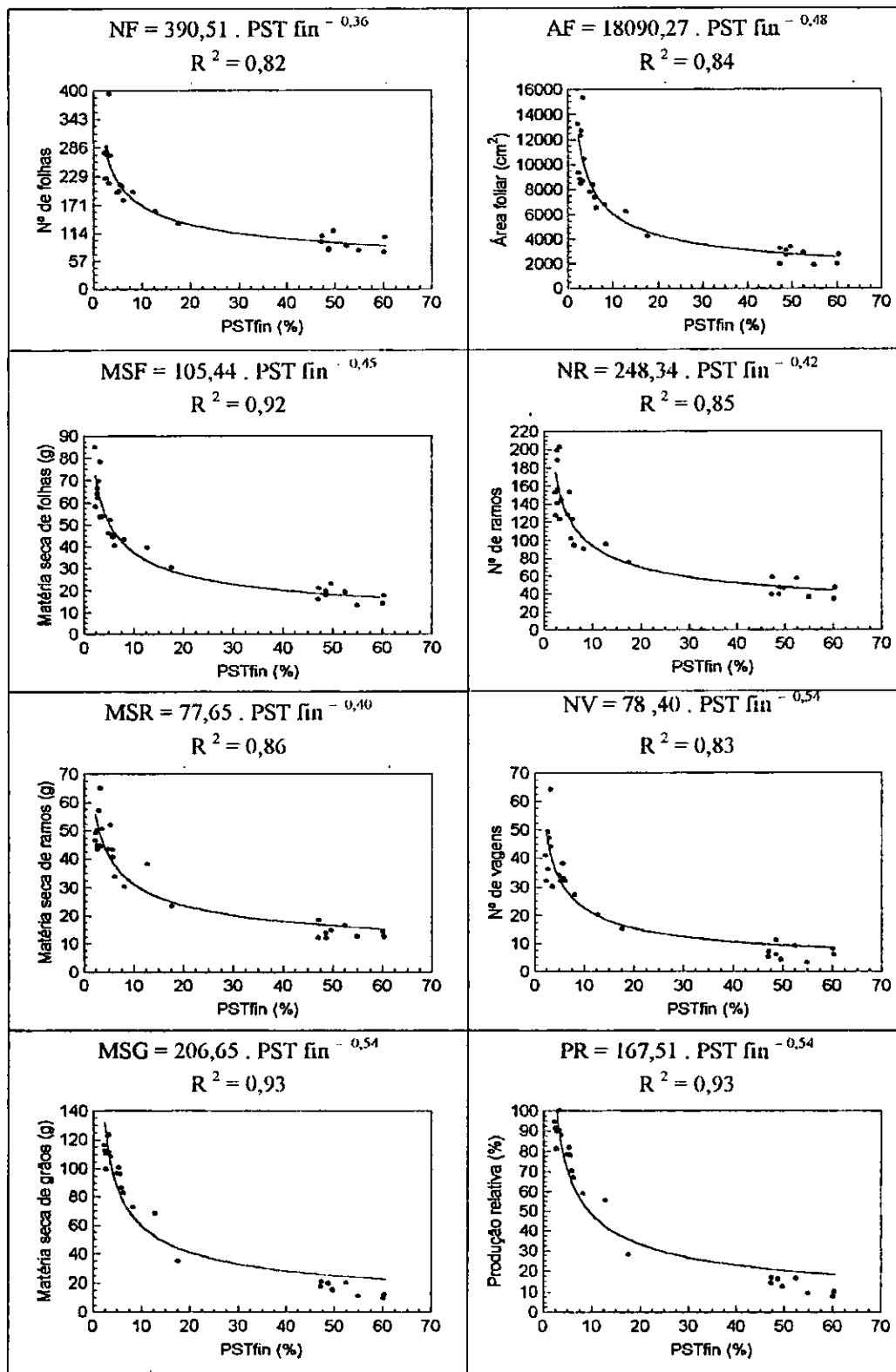


Figura 24. Correlação tipo potência entre PST final e os parâmetros de desenvolvimento vegetativo e de produção.

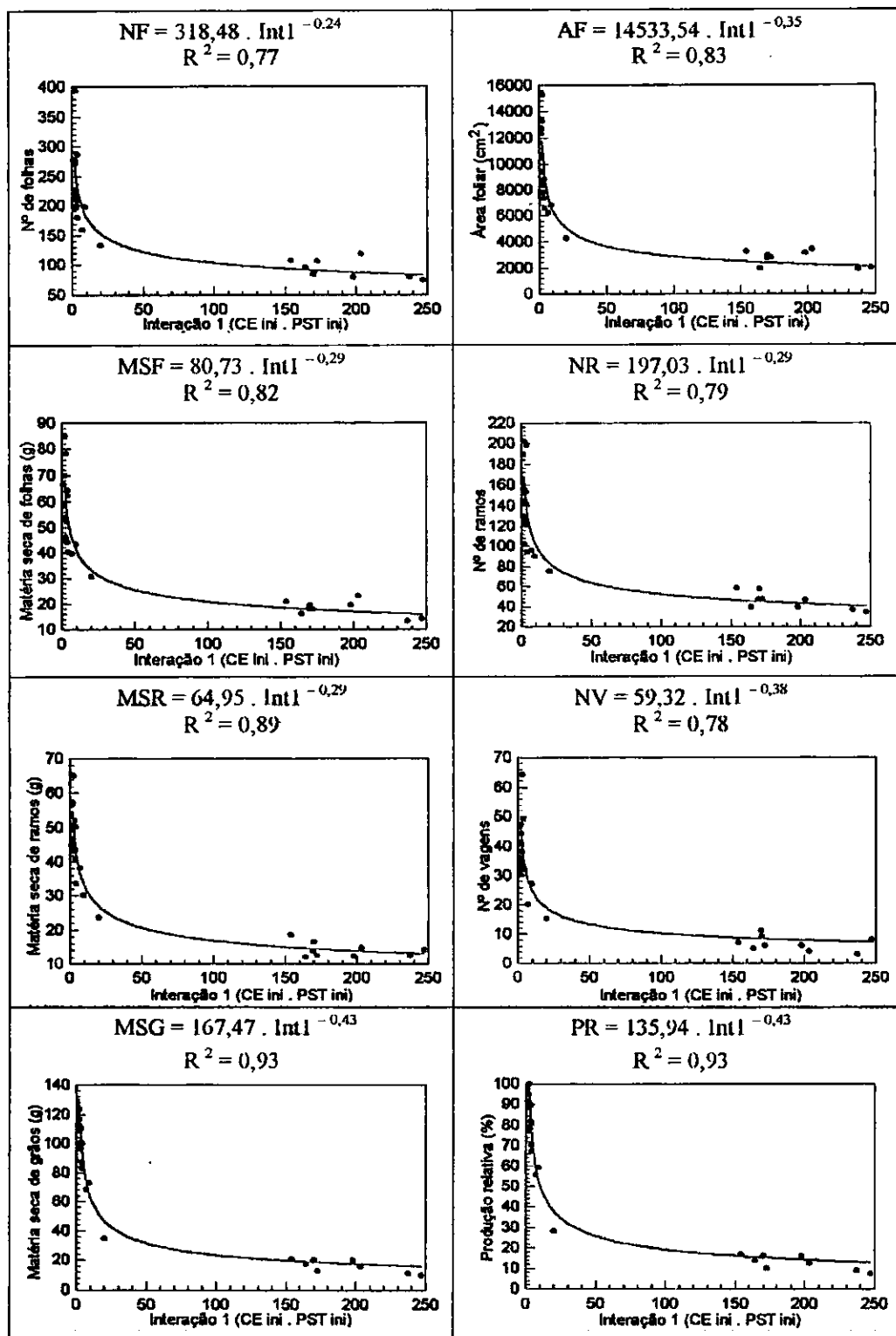


Figura 25. Correlação tipo potência entre Interação 1 (CE ini . PST ini) e os parâmetros de desenvolvimento vegetativo e de produção.

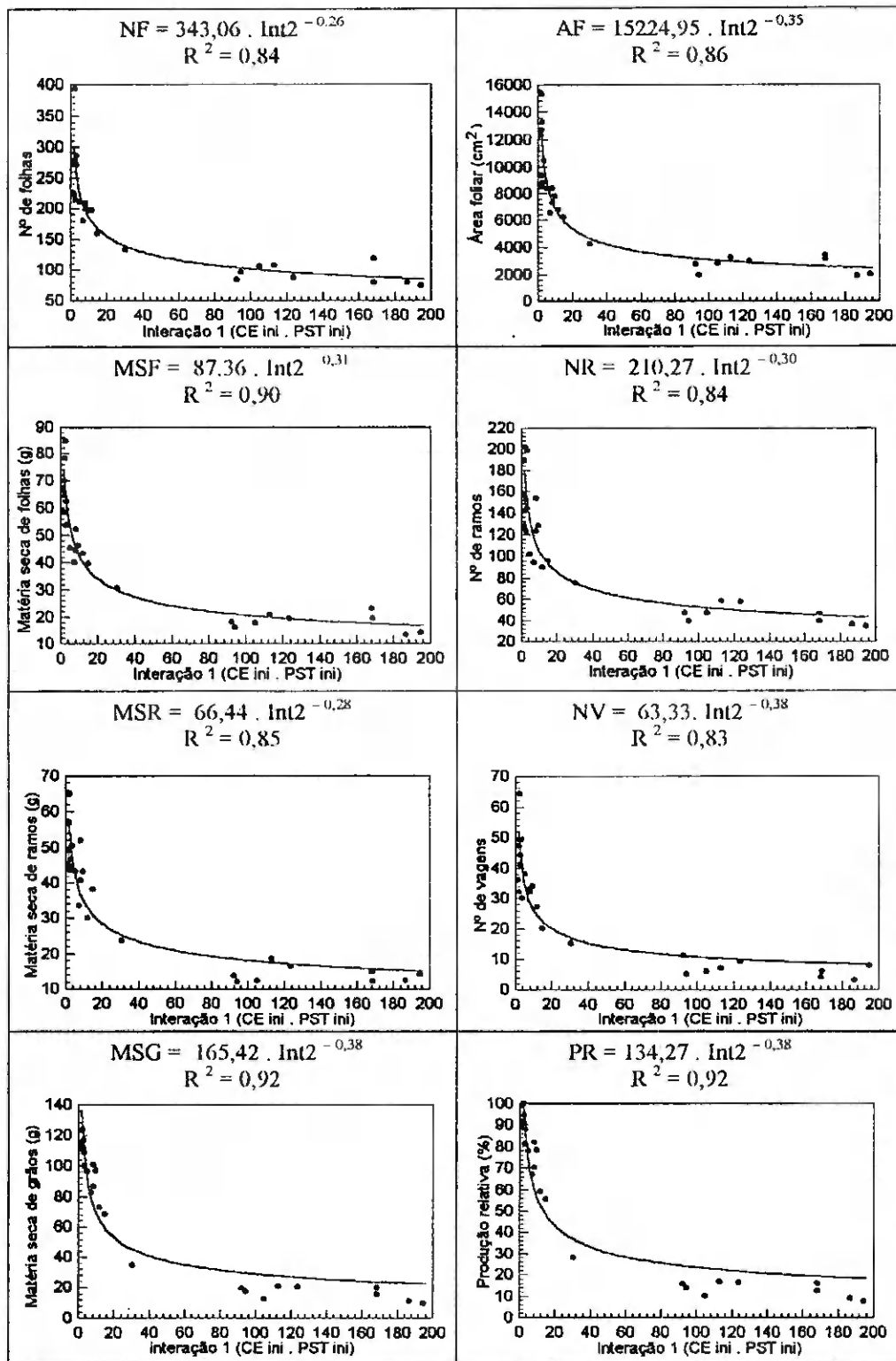


Figura 26. Correlação tipo potência entre Interação 2 (CE ini . PST ini) e os parâmetros de desenvolvimento vegetativo e de produção.

Tabela 17. Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência, tendo como variável independente a CE inicial.

Variável dependente: Número de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	186,39	13,08	14,25	0,00000	
b	-0,47	0,13	-3,54	0,00167	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	75637,40	75637,40	18,54	0,00024
Resíduo	24	97893,98	4078,92	-	-
Total	25	173531,38		-	-

Variável dependente: Área foliar					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	6988,15	611,15	11,43	0,00000	
b	-0,62	0,17	-3,60	0,00144	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	181328017,10	181328017,10	22,02	0,00009
Resíduo	24	197674065,10	8236419,38	-	-
Total	25	379002082,20		-	-

Variável dependente: Matéria seca de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	42,87	3,29	13,04	0,00000	
b	-0,56	0,15	-3,76	0,00100	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	5635,03	5635,03	22,87	0,00007
Resíduo	24	5912,76	246,37	-	-
Total	25	11547,79		-	-

Variável dependente: Número de ramos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	105,93	8,38	12,64	0,00000	
b	-0,54	0,15	-3,53	0,00172	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	32177,25	32177,25	19,85	0,00017
Resíduo	24	38902,91	1620,95	-	-
Total	25	71080,15		-	-

Tabela 17. (continuação)

Variável dependente: Matéria seca de ramos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	34,41	2,30	14,97	0,00000	
b	-0,62	0,13	-4,69	0,00009	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	4221,11	4221,11	36,17	0,00000
Resíduo	24	2801,12	116,71	-	-
Total	25	7022,23	-	-	-
Variável dependente: Número de vagens					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	26,63	2,82	9,44	0,00000	
b	-0,73	0,21	-3,40	0,00235	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	3638,96	3638,96	22,15	0,00009
Resíduo	24	3943,65	164,319	-	-
Total	25	7582,62	-	-	-
Variável dependente: Matéria seca de grãos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	69,46	5,96	11,66	0,00000	
b	-0,82	0,17	-4,72	0,00008	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	30970,62	30970,62	45,36	0,00000
Resíduo	24	16386,30	682,76	-	-
Total	25	47356,91	-	-	-
Variável dependente: Produção relativa					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	56,38	4,84	11,66	0,00000	
b	-0,82	0,17	-4,72	0,00008	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	20405,90	20405,90	45,36	0,00000
Resíduo	24	10796,67	449,86	-	-
Total	25	31202,57	-	-	-

Tabela 18. Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência, tendo como variável independente a CE final.

Variável dependente: Número de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	226,22	10,96	20,65	0,00000	
b	-0,73	0,11	-6,52	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	119049,49	119049,49	52,44	0,00000
Resíduo	24	54481,89	2270,08	-	-
Total	25	173531,38	-	-	-
Variável dependente: Área foliar					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	8847,70	492,55	17,96	0,00000	
b	-0,93	0,14	-6,64	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	268215493,10	268215493,10	58,10	0,00000
Resíduo	24	110786589,10	4616107,88	-	-
Total	25	379002082,20	-	-	-
Variável dependente: Matéria seca de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	52,96	2,90	18,27	0,00000	
b	-0,80	0,13	-6,11	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	7715,55	7715,55	48,32	0,00000
Resíduo	24	3832,24	159,68	-	-
Total	25	11547,79	-	-	-
Variável dependente: Número de ramos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	130,49	7,44	17,54	0,00000	
b	-0,80	0,14	-5,85	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	45839,59	45839,59	43,59	0,00000
Resíduo	24	25240,56	1051,69	-	-
Total	25	71080,15	-	-	-

Tabela 18. (continuação)

Variável dependente: Matéria seca de ramos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	42,34	2,33	18,18	0,00000	
b	-0,75	0,13	-5,82	0,00001	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	4557,91	4557,91	44,39	0,00000
Resíduo	24	2464,32	102,68	-	-
Total	25	7022,23	-	-	-

Variável dependente: Número de vagens					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	34,55	2,42	14,25	0,00000	
b	-0,98	0,18	-5,46	0,00001	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	4905,31	4905,31	43,97	0,00000
Resíduo	24	2677,31	111,55	-	-
Total	25	7582,62	-	-	-

Variável dependente: Matéria seca de grãos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	90,72	5,67	15,99	0,00000	
b	-0,96	0,16	-6,03	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	32671,04	32671,04	53,39	0,00000
Resíduo	24	14685,87	611,91	-	-
Total	25	47356,91	-	-	-

Variável dependente: Produção relativa					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	73,64	4,61	15,99	0,00000	
b	-0,96	0,16	-6,03	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	21526,32	21526,32	53,39	0,00000
Resíduo	24	9676,24	403,18	-	-
Total	25	31202,57	-	-	-

Tabela 19. Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência, tendo como variável independente a PST inicial.

Variável dependente: Número de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	414,66	28,94	14,33	0,00000	
b	-0,36	0,04	-9,66	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	150074,99	150074,99	153,55	0,00000
Resíduo	24	23456,40	977,35	-	-
Total	25	173531,38	-	-	-
Variável dependente: Area foliar					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	19864,84	1683,10	11,80	0,00000	
b	-0,49	0,05	-9,57	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	336994136,50	336994136,50	192,53	0,00000
Resíduo	24	42007945,77	1750331,07	-	-
Total	25	379002082,20	-	-	-
Variável dependente: Matéria seca de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	106,96	7,59	14,09	0,00000	
b	-0,42	0,04	-10,39	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	10329,09	10329,09	203,41	0,00000
Resíduo	24	1218,70	50,78	-	-
Total	25	11547,79	-	-	-
Variável dependente: Número de ramos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	265,12	20,03	13,23	0,00000	
b	-0,42	0,04	-9,80	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	62713,98	62713,98	179,91	0,00000
Resíduo	24	8366,18	348,59	-	-
Total	25	71080,15	-	-	-

Tabela 19. (continuação)

Variável dependente: Matéria seca de ramos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	83,25	4,90	16,98	0,00000	
b	-0,40	0,03	-12,15	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	6460,59	6460,59	276,07	0,00000
Resíduo	24	561,64	23,40	-	-
Total	25	7022,23	-	-	-

Variável dependente: Número de vagens					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	82,82	10,19	8,12	0,00000	
b	-0,53	0,08	-6,91	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	6314,31	6314,31	119,48	0,00000
Resíduo	24	1268,31	52,85	-	-
Total	25	7582,62	-	-	-

Variável dependente: Matéria seca de grãos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	222,29	13,20	16,84	0,00000	
b	-0,53	0,04	-14,47	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	45327,86	45327,86	536,15	0,00000
Resíduo	24	2029,06	84,54	-	-
Total	25	47356,91	-	-	-

Variável dependente: Produção relativa					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	180,44	10,72	16,84	0,0000	
b	-0,53	0,04	-14,47	0,0000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	29865,83	29865,83	536,22	0,00000
Resíduo	24	1336,74	55,70	-	-
Total	25	31202,57	-	-	-

Tabela 20. Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência, tendo como variável independente a PST final.

Variável dependente: Número de folhas					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	390,51	29,55	13,22	0,00000	
b	-0,36	0,04	-8,35	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	142376,82	142376,82	109,68	0,00000
Resíduo	24	31154,56	1298,11	-	-
Total	25	173531,38	-	-	-

Variável dependente: Área foliar					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	18090,27	1644,87	11,00	0,00000	
b	-0,48	0,06	-8,20	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	319676874,80	319676874,80	129,33	0,00000
Resíduo	24	59325207,38	2471883,64	-	-
Total	25	379002082,20	-	-	-

Variável dependente: Matéria seca de folhas					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	105,44	6,14	17,18	0,00000	
b	-0,45	0,04	-12,38	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	10622,80	10622,80	275,62	0,00000
Resíduo	24	924,99	38,54	-	-
Total	25	11547,79	-	-	-

Variável dependente: Número de ramos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	248,34	19,78	12,56	0,00000	
b	-0,42	0,05	-8,72	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	60254,46	60254,46	133,58	0,00000
Resíduo	24	10825,69	451,07	-	-
Total	25	71080,15	-	-	-

Tabela 20. (continuação)

Variável dependente: Matéria seca de ramos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	77,65	5,56	13,96	0,00000	
b	-0,40	0,04	-9,33	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	6065,60	6065,60	152,17	0,00000
Resíduo	24	956,63	39,86	-	-
Total	25	7022,23	-	-	-
Variável dependente: Número de vagens					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	78,40	8,82	8,89	0,00000	
b	-0,54	0,08	-7,15	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	6304,80	6304,80	118,42	0,00000
Resíduo	24	1277,81	53,24	-	-
Total	25	7582,62	-	-	-
Variável dependente: Matéria seca de grãos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	206,37	13,67	15,09	0,00000	
b	-0,54	0,04	-12,11	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	44255,34	44255,34	342,45	0,00000
Resíduo	24	3101,57	129,23	-	-
Total	25	47356,91	-	-	-
Variável dependente: Produção relativa					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	167,51	11,10	15,09	0,00000	
b	-0,54	0,04	-12,11	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	29159,09	29159,09	342,46	0,00000
Resíduo	24	2043,48	85,14	-	-
Total	25	31202,57	-	-	-

Tabela 21. Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência, tendo como variável independente a Interação 1.

Variável dependente: Número de folhas					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	318,48	21,576	14,76	0,00000	
b	-0,244	0,0361	-6,762	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	133569,67	133569,67	80,22	0,00000
Resíduo	24	39961,72	1665,07	-	-
Total	25	173531,38	-	-	-

Variável dependente: Área foliar					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	14533,54	1139,65	12,75	0,00000	
b	-0,35	0,05	-6,89	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	313096124,30	313096124,30	114,02	0,00000
Resíduo	24	65905957,95	2746081,58	-	-
Total	25	379002082,20	-	-	-

Variável dependente: Matéria seca de folhas					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	80,73	5,47	14,76	0,00000	
b	-0,29	0,04	-7,37	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	9520,70	9520,70	112,72	0,00000
Resíduo	24	2027,09	84,46	-	-
Total	25	11547,79	-	-	-

Variável dependente: Número de ramos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	197,03	14,48	13,61	0,00000	
b	-0,29	0,04	-6,73	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	56412,49	56412,49	92,31	0,00000
Resíduo	24	14667,67	611,15	-	-
Total	25	71080,15	-	-	-

Tabela 21. (continuação)

Variável dependente: Matéria seca de ramos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	64,95	3,33	19,48	0,00000	
b	-0,29	0,03	-9,70	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	6260,78	6260,78	197,33	0,00000
Resíduo	24	761,45	31,73	-	-
Total	25	7022,23	-	-	-
Variável dependente: Número de vagens					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	59,32	6,17	9,62	0,00000	
b	-0,38	0,07	-5,38	0,00002	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	5918,26	5918,26	85,34	0,00000
Resíduo	24	1664,35	69,35	-	-
Total	25	7582,62	-	-	-
Variável dependente: Matéria seca de grãos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	167,47	7,28	23,02	0,00000	
b	-0,43	0,03	-13,57	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	45532,52	45532,52	598,99	0,00000
Resíduo	24	1824,39	76,02	-	-
Total	25	47356,91	-	-	-
Variável dependente: Produção relativa					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	135,93	5,91	23,02	0,00000	
b	-0,43	0,03	-13,57	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	30000,74	30000,74	599,10	0,00000
Resíduo	24	1201,83	50,08	-	-
Total	25	31202,57	-	-	-

Tabela 22. Resultados de teste F de análises de variância e testes t para regressão potência, tendo como variável independente a Interação 2.

Variável dependente: Número de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	343,06	19,99	17,16	0,00000	
b	-0,26	0,03	-8,97	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	145051,41	145051,41	122,23	0,00000
Resíduo	24	28479,98	1186,67	-	-
Total	25	173531,38	-	-	-

Variável dependente: Área foliar					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	15224,95	997,19	15,27	0,00000	
b	-0,35	0,04	-9,09	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	326855669,30	326855669,30	150,43	0,00000
Resíduo	24	52146412,93	2172767,21	-	-
Total	25	379002082,20	-	-	-

Variável dependente: Matéria seca de folhas					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	87,36	4,45	19,61	0,00000	
b	-0,31	0,03	-11,15	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	10368,33	10368,33	210,98	0,00000
Resíduo	24	1179,46	49,14	-	-
Total	25	11547,79	-	-	-

Variável dependente: Número de ramos					
Coeficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	210,27	13,60	15,46	0,00000	
b	-0,30	0,03	-8,61	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	59521,67	59521,67	123,59	0,00000
Resíduo	24	11558,48	481,60	-	-
Total	25	71080,15	-	-	-

Tabela 22. (continuação)

Variável dependente: Matéria seca de ramos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	66,44	3,95	16,83	0,00000	
b	-0,28	0,03	-9,09	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	5981,07	5981,07	137,87	0,00000
Resíduo	24	1041,16	43,38	-	-
Total	25	7022,23	-	-	-
Variável dependente: Número de vagens					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	63,33	5,30	11,95	0,00	
b	-0,38	0,05	-7,44	0,00	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	6305,69	6305,69	118,52	0,00000
Resíduo	24	1276,92	53,21	-	-
Total	25	7582,62	-	-	-
Variável dependente: Matéria seca de grãos					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	165,42	9,14	18,10	0,00000	
b	-0,38	0,03	-11,19	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	43470,38	43470,38	268,44	0,00000
Resíduo	24	3886,53	161,94	-	-
Total	25	47356,91	-	-	-
Variável dependente: Produção relativa					
Coefficientes	Valor	Desvio padrão	Stat - t	t (significância)	
a	134,27	7,42	18,10	0,00000	
b	-0,38	0,03	-11,19	0,00000	
Fonte	GL	SQ	QM	F	F (significância)
Regressão	1	28641,87	28641,87	268,44	0,00
Resíduo	24	2560,70	106,70	-	-
Total	25	31202,57	-	-	-

5. CONCLUSÕES

1. Os valores dos parâmetros de solo estudados (CE_{es} , PST e pH) antes e depois do cultivo foram irregulares, apresentando variabilidade espacial acentuada. A profundidade do lençol freático, também irregular, caracterizou a deficiência do sistema de drenagem, fator importante na dinâmica da salinidade do solo.

2. Ocorreu aumento da salinidade do solo, com incremento dos valores de CE_{es} encontrados. A lâmina de irrigação não foi suficiente para a lixiviação de sais, nas três sub-áreas experimentais.

3. Houve diminuição dos índices de desenvolvimento e produção da cultura, com o aumento dos níveis de condutividade elétrica.

4. Os maiores valores de CE_{es} iniciais e finais encontrados na área ocorreram associados a valores de PST altos, porém, a contribuição da CE_{es} para a determinação dos parâmetros de desenvolvimento e produção da cultura foi inferior à contribuição apresentada pela PST.

5. Os valores de pH mais altos estiveram sempre associados a altos valores de PST nas três sub-áreas experimentais.

6. Rendimentos de cultivo mais altos, com produtividade da ordem de 2.260 kg/ha, foram observados em níveis salinos representados por valores de CE_{es} inferiores a 1,2 dS m⁻¹, juntamente a valores de PST abaixo de 4,5 %.

7. Foi verificada sensibilidade de *Vigna* a valores de PST acima de 5 %, mesmo estando associados a valores de CE_{es} 1 dS m^{-1} . Nessas condições, a redução mínima dos parâmetros vegetais analisados foi superior a 20 %, aumentando à medida em que aumentaram os valores de PST.

8. Valores de PST iniciais, superiores a 20 % promoveram redução de 70 % em média para todos os parâmetros vegetais avaliados.

9. A utilização conjunta de valores de CE_{es} e PST como parâmetros de modelos matemático de correlação múltipla permitem estimar os índices de desenvolvimento e produção da cultura.

10. As análises estatísticas apontaram modelos de regressão múltipla ($y = a - b \cdot CE_{es} + c/PST$) e potência ($y = a \cdot PST^{-b}$) para a previsão de valores relativos aos índices de desenvolvimento e produção da cultura (y), a partir do conhecimento dos níveis de CE_{es} e de PST do solo.

11. Interações, resultados de produtos dos valores de CE_{es} e PST do solo, forneceram função do tipo potência ($y = a \cdot [CE_{es} \cdot PST]^{-b}$) que possibilitam a estimativa das interferências sobre o desenvolvimento e produção da cultura (y).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, J. P. P. de; WATT, E. E. **O caupi no Brasil**. Brasília, ITA/EMBRAPA, 1988.
- AYERS, R. S. Quality of water for irrigation. **J. Irrig. Drain.** n. 103, p. 135-54, 1977.
(ASCE. Proceeding Paper, 12993).
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na irrigação**. Campina Grande-PB: UFPB. Tradução de GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DAMACENO, F.A.V., 1991. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisado).
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6 ed. UFV, Viçosa - MG, 1995, 675p.
- BERNSTEIN, L. **Crop growth and salinity**. In: van SCHILFGAARDE, J. (ed.). **Agronomy**, v.17, p.39-54, 1974.
- BEZERRA, F.M.L. **Efeito do potencial matricial e da época de plantio na produtividade de dois cultivares de feijão-de-corda, (*Vigna unguiculata* (L) Walp), no Vale do Curu, sob regime de irrigação**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 1985.
- BEZERRA, J. R. C. & FREIRE FILHO, F. R. **Evapotranspiração da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp) no município de Teresina-PI** In:

Seminário de pesquisa Agropecuária do Piauí, 1982. **Anais**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE, 1984.

BIUMBLA, D. R & ABROL, I. P. **Saline and sodic soil**. In: IRRI, *Soils and rice*. Los Baños, p.719-734, 1978.

BOHN, H. L.; McNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. A. **Soil chemistry**. 2ed. New York: John Wiley & Sons, 1985.341 p.

BRESLER, E., McNEAL, B. L., CARTER, D. L. **Saline and sodic soils: principles, dynamic, modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 236 p.

CAVALCANTE, L. F. **Efeito do fosfogesso em solos salinizados da Paraíba cultivados com feijão vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**, ESALQ-Piracicaba, São Paulo, 1984, 94 p. (Tese de Doutorado).

CHAPMAN, V.J. The salinity problem in General, Its Importance, and Distribution with Special Reference to Natural Halophytes. In: POLJAKOF-MAYER, A. & J. GALE. **Plants in saline environments**. New York, Springer-Verlag, 1975. 313p.

CORDEIRO, L. G; BEZERRA, F. M. L; SANTOS, J. J. A.; MIRANDA, E. P. **Avaliação da produtividade do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) irrigado sobre regime de déficit hídrico em suas fases fenológicas**. In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 1998. Poços de Caldas, MG. **Anais**. Lavras-MG, SBEA: 1998, v. 2.p. 181-183.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. 15 ed. São Paulo. Edgard Blucher, 1997. 254p.

DAKER, A. **A água na agricultura**. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, v.3, 1988. 453p.

DOOREMBOS J. & PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. FAO/Rome. Paper 24, 1976.

- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande-PB: UFPB. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUZA, A. A.; DAMACENO, F. A. V; MEDEIROS, J.F., 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos e análise de solo.** 2 ed. EMBRAPA/Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo, 1997. 212p.
- FAGERIA N. K. & GHEY H. R. **Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares.** In: XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1997, Campina Grande. **Anais.** Campina Grande-PB: UFPB/SBEA, 1997. p.363-383.
- FAO, Unesco. **Irrigation, drainage and salinity: An international source book.** London: Hutchinson/FAO/UNESCO, 1973. 510 p.
- FARIAS, M. S. de F. **Diagnóstico da necessidade de drenagem no perímetro irrigado de São Gonçalo - PB.** Campina Grande/PB: UFPB, 1999, 80p. (Dissertação de Mestrado).
- FILGUEIRA, H.J.A.; SOUTO, J.S. Avaliação de quatro níveis de relação solo:água para a caracterização da condutividade elétrica em solos da região de Patos, PB. In: Reunião Brasileira de Fertilidade Do Solo e Nutrição de Plantas, 22. Manaus, 1995. **Anais,** 1995. p.282-283.
- FIREMAN, M. & WADLEIGH, C.H. A statistical study of relation between pH and the exageable-sodium-percentage of western soils. **Soil Science,** v. 71, p.273-85, 1951.
- FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística.** São Paulo: Atlas, 1993. 317p.

- FORMIGA, H. M. de S. **Identificação de linhagens de feijão caupi tolerantes à salinidade.** Arcaia/PB: UFPB, 1990. 52p. 1990Dissertação (Graduação em Agronomia).
- FRENKEL, H. **Reassessment of water quality criteria for irrigation.** In: SAHINBERG, I, SHALHEVET, J. **Soil salinity under irrigation.** Berlin: Springer-Verlag, 1984. p 72-143.
- GARCIA, G. J.; PIEDADE, G. C. R. **Topografia aplicada à ciências agrárias.** 3 ed. Ed. Nobel. São Paulo/SP, 1977. 239p.
- GOES, E. S. **O problema da salinidade e drenagem em projetos de irrigação do Nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seu equacionamento.** Recife. Sudene, 1978. 20p.
- GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados aspersão e gotejamento.** UFPB/Ed Universitária. João Pessoa-PB, 1994. 344p.
- HARGREAVES, G. H. **Precipitation dependability and potentials for agricultural production in the Northeast Brasil.** Logan, Utah State University, 1974.
- HOLANDA, J. S. de & AMORIM, J. R. A. de. **Qualidade da água para irrigação.** In: XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1997, Campina Grande. **Anais.** Campina Grande-PB: UFPB/SBEA, 1997. p. 137-165.
- LEMOS, G. B. de. **Avaliação do estado nutricional de duas variedades de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) submetidas a diferentes níveis de salinidade.** Arcaia/PB: UFPB, 1991. 85p. Dissertação (Graduação em Agronomia).
- LIMA, G de L. **Evapotranspiração máxima (E_{tm}) da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp).** In: VI Congresso de Agronomia e Agrometeorologia, 1989, Macció. **Anais.** Macció/AL, 1989.

- LIMA, L. A. & M. E. GRISMER. 1992. Soil Crack Morphology and Soil Salinity. *Soil Science*. Vol. 153, No 2. p. 149-153. Williams & Wilkins Co.
- LIMA, L. A. **Efeitos de sais no solo e na planta.** In: XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1997, Campina Grande. **Anais.** Campina Grande/PB: UFPB/SBEA, 1997. p. 113-133.
- LIMA, L. A., M. E. GRISMER, D. R. NIELSEN. 1990. Salinity Effects on Yolo Loam Hydraulic Properties. 1990. *Soil Science*. Vol. 130, No. 1. Williams & Wilkins.
- MAAS, E. V. & HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, v.103, 1977. p.115-134.
- MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. In: CHRISTIE, B. R. **The handbook of plant science in agriculture.** Boca Raton, Florida. CRC Press, 1984.
- MAAS, E. V.; POSS, J. A. Salt sensitivity of cowpea at various growth stages. *Irrigation Science*, n 4. p. 313-320, 1989.
- MAAS, E.V. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*, v.1, 1986. p.12-36.
- MAGALHÃES, C. A. & ARAGÃO JUNIOR, T. C. **Estudo de lâminas de irrigação na cultura do feijão.** Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceara. Relatório anual de pesquisa, 1992.
- MEDEIROS, O. P. de. **Resistência varietal do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) à salinidade.** Aracá/PB: UFPB, 1982. 65 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal).
- MEIRI, A. & SHALHEVET, J. Crop growth under saline conditions. In: MUNCHEN J. J.; WURZBURG O. L. L.; OLSON J. S. & RIDGE O.; INNSBRUCK W. W. **Ecological studies: analysis and synthesis V 5;** Yaron B. DANFORS, VAADIA Y. **Arid Zone Irrigation.** Berlin: Springer-Verlag, Heildeberg. p. 277-290, 1973. 435p.

- NASCIMENTO, N. O.; NAGHETTINI, M.; HELLER, L.; von SPERLING, M. Investigação científica em engenharia sanitária e ambiental. Parte 3: análise estatística de dados e de modelos. In: **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 1. n. 4. ABES. Rio de Janeiro/RJ. 1996. p. 152-167.
- OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1997, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande-PB: UFPB/SBEA, 1997. p. 1-35.
- PADILHA JR, I. da C. Evapotranspiração real de cultura do feijão-de-corda, (*Vigna sinensis* (L) Savi), baseado nos métodos do lisímetro e do balanço hídrico. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1986 (Dissertação de Mestrado).
- PEREIRA, J.C. R.; C. R. VALDIVIESO & G. G. CORDEIRO. Recuperação de solos afetados por sódio através do uso de gesso. In: **Seminário sobre o uso de fosfogesso na agricultura, Brasília, 1985**. Brasília, 1985.
- PISG/DNOCS. **Perímetro Irrigado de São Gonçalo**. Departamento Nacional de Obras Contra a Seca/Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 2º Distrito de Engenharia Rural, 1997. (mimeografado).
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Agrícola Española, 1978. 521p.
- QUEIROZ, J. E.; GONCALVES, A. C.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V. **Avaliação e monitoramento da salinidade do solo**. In: XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1997, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande-PB: UFPB/SBEA, 1977. p. 113-133.
- RHOADES, J. D. Overview: Diagnosis of salinity problems and selection of control practices. In: TANJI, K. K. (ed.). **Agricultural salinity assessment and management**.

Manual and Reports on Engineering Practice, nº 71. New York: ASCE, 1990. Cap. 2. p. 18-41 p.

RHOADES, J. D. Reclamation and management of salt affected soils after drainage. In: **Proc. First Annual Western Provincial conf. Rationalization of Water and Soil Resources and Management**. Lethbridez, Alberta, Canada: 1982. p.123-197.

RHOADES, J.D. & LOVEDAY, J. Salinity in irrigation agriculture. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (ed.). **Irrigated of Agriculture Crops**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1990. p.1220-1266.

RICHARDS, L.A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: United States Salinity Laboratory Staff; 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

RUSSEL, E. W. & RUSSEL, E. J. **Soil conditions and plant growth**. London, Longman, 1973. 849p.

RUSSO, D & BRESLER, E. Soil-water-suction Relationships Affected by Soil Solution Composition and Concentracion. In: **Agrochemicals in soils**. (ed) BANIN, A.; U, KAFKAFY, U. Pergamon Press. 1980. 448p. p. 287-296.

SALISBURI, F. B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. Beimont: Wadsworth Publishing, 1978. 422p.

SANTOS, J. G. R. dos. **Desenvolvimento e produção da bananeira nanica (*Musa cavendishii*) em diferentes condições de salinidade e laminas de irrigação**. Campina Grande/PB: UFPB, 1997. 146p. (Tese de Doutorado).

SANTOS, J. J. A.; BEZERRA, F. M. L.; MIRANDA, E. P. de; CORDEIRO, L. G. **Determinação da evapotranspiração de referenda (ET_o) e evapotranspiração máxima (ET_m) em diferentes fases fenológicas do feijão caupi (*Vigna***

- unguiculata* (L.) Walp.). In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 1998, Pocos de Caldas, MG. **Anais**, Lavras/MG, SBEA: 1998, v. 2. p. 184-186.
- SANTOS, V. S. & MURAOKA, T. **Interações salinidade e fertilidade do solo**. In: XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1997, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande-PB: UFPB/SBEA, 1997. p. 289-308.
- SANTOS, V. S.; HERNANDEZ, F. F. F. **Recuperação de solos afetados por sais**. In: XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1997, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande-PB: UFPB/SBEA, 1997. p. 319-356,
- SAUNDERS, L.C.V. **Evapotranspiração do feijão-de-corda, (*Vigna unguiculata* (L) Walp), na microrregião homogênea de Quixeramobim, Ceará**. Fortaleza: Cien. Agron., 1985.
- SEAP/BNB. **Elaboração e Análise de Projetos Orçamento padrão do Banco do Nordeste**, cd BNB. Fortaleza-CE 1997. (mimeografado).
- SHALHEVET, J. & KAMBUROV, J. **Irrigation and salinity: A world-wide survey**. New Delhi: International Commission on Irrigation and Drainage, 1976. 106p.
- SHOUSE, P.; DASBERG, S.; JURY, W. A.; STOLZY, L. H. Water deficit effects on water potential, yield, and water use cowpeas. **Agronomy Journal**, v. 73, p.333-336, 1981.
- SILVA, A da S. & MILLAR, A. A. **Evapotranspiração do feijão-de-corda**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/CPATSA, Petrolina-PE, 1981.
- STROGONOV, B. P. **Physiological basis of salt tolerance of plants**. Jerusalem: Israel Prog. Sci. Transl., 1964. 279p.
- SZALBOCS, I. **Salt-affected soils**. Flórida, Library of Congress, 1989. 274p.

- TANJI, K. K. Nature and extent of agricultural salinity. In: TANJI, K. K (ed.). **Agricultural salinity assessment and management. Manual and Reports on Engineering Practice**, nº 71. New York: ASCE, 1990. Cap. 1. p. 1-17.
- van HOORN, J.W.; van ALPHIEN, J.G. Salinity control: Salt balance of the rootzone. In: RITZEMA, H.P. (ed.). 2.ed. **Drainage Principles and Applications**. Wageningen, The Netherlands: ILRI, 1994. p.544-556(ILRI Publication, 16).
- VASCONCELOS, L.; FILHO, P. F. M.; ALMEIDA, R. T. Nodulação e desenvolvimento do feijão de corda, *Vigna unguiculata* (L) Walp, em solos com diferentes níveis de salinidade. **Cien. Agron.**, v 18, n. 1, 125-130, 1987.
- WARRICK, A. W.; & NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: (ed) HILLEL, D. **Application of soils physics**. New York. Academic Press. 1980. cap. 13. p. 319-344.

Apêndice 01. Dados do mapeamento da CE e pH do solo da área experimental.*

Amostras	Coordenadas		CE _{1,2,5} (dS.m ⁻¹) T = 25°C			CE _{1,2,5} média	CE _m (dS.m ⁻¹) T = 25°C			CE _m média	pH _{1,2,5}			pH _{1,2,5} médio	pH _m			r
	x (m)	y (m)	0-20cm	20-40cm	40-60cm		0-20cm	20-40cm	40-60cm		0-20cm	20-40cm	40-60cm		0-20cm	20-40cm	40-60cm	
1	18,03	152,34	0,20	0,12	0,08	0,13	0,67	0,52	0,45	0,55	5,12	5,43	5,52	5,36	7,14	7,27	7,31	
2	29,69	141,72	0,24	0,18	0,10	0,17	0,75	0,64	0,49	0,63	6,08	6,33	5,77	6,06	7,55	7,65	7,42	
3**	41,86	152,67	0,10	0,12	0,10	0,11	0,49	0,52	0,48	0,50	6,54	5,61	5,38	5,84	7,74	7,35	7,25	
4	53,35	140,19	0,30	0,16	0,08	0,18	0,87	0,61	0,45	0,64	4,91	5,72	5,72	5,45	7,05	7,40	7,40	
5	66,65	151,48	0,10	0,18	0,12	0,13	0,48	0,64	0,52	0,55	4,58	5,48	5,52	5,19	6,92	7,29	7,31	
6	75,51	138,11	0,22	0,16	0,10	0,16	0,71	0,60	0,48	0,60	6,17	5,56	5,86	5,86	7,58	7,33	7,45	
7**	86,70	150,17	0,20	0,19	0,12	0,17	0,67	0,66	0,53	0,62	5,78	6,43	5,23	5,81	7,42	7,69	7,19	
8	99,66	137,60	0,24	0,10	0,19	0,18	0,76	0,48	0,66	0,63	6,22	5,61	5,69	5,84	7,61	7,35	7,38	
9	114,22	136,52	0,66	0,30	0,15	0,37	1,56	0,88	0,59	1,01	7,20	7,38	6,05	6,88	8,02	8,09	7,53	
10	118,58	147,30	0,32	0,24	0,18	0,25	0,91	0,75	0,64	0,77	4,85	6,14	6,15	5,71	7,03	7,57	7,58	
11	111,34	126,21	0,30	0,18	0,12	0,20	0,87	0,64	0,53	0,68	7,01	5,96	5,79	6,25	7,94	7,50	7,42	
12	121,88	112,99	0,20	0,18	0,46	0,28	0,69	0,63	1,19	0,84	5,88	5,67	8,15	6,57	7,46	7,37	8,42	
13	85,55	129,25	0,29	0,09	0,37	0,25	0,85	0,46	1,00	0,77	6,19	5,49	5,43	5,70	7,59	7,30	7,27	
14	65,42	130,74	0,16	0,17	0,15	0,16	0,61	0,62	0,59	0,61	5,57	6,11	6,09	5,92	7,33	7,56	7,55	
15**	28,46	135,85	0,17	0,13	0,14	0,15	0,62	0,55	0,56	0,58	5,58	4,81	5,66	5,35	7,34	7,01	7,37	
16	21,14	134,75	0,22	0,22	0,13	0,19	0,72	0,72	0,55	0,66	5,42	5,84	5,48	5,58	7,27	7,45	7,29	
17	17,60	122,64	0,32	0,17	0,08	0,19	0,91	0,61	0,45	0,66	5,25	6,65	5,28	5,73	7,20	7,79	7,21	
18	39,23	121,94	0,45	0,15	0,09	0,23	1,16	0,59	0,48	0,74	5,17	6,32	5,03	5,51	7,16	7,65	7,11	
19	59,95	118,50	0,08	0,18	0,08	0,11	0,45	0,65	0,44	0,51	5,60	6,31	5,59	5,83	7,34	7,64	7,34	
20**	74,48	119,96	0,11	0,09	0,08	0,09	0,51	0,47	0,44	0,47	5,27	5,56	5,08	5,30	7,21	7,33	7,13	
21	94,42	118,35	0,29	0,14	0,10	0,18	0,85	0,57	0,49	0,63	5,33	5,95	5,57	5,62	7,23	7,49	7,33	
22	109,99	103,17	0,59	0,21	0,22	0,34	1,43	0,70	0,71	0,94	4,74	5,37	6,25	5,45	6,98	7,25	7,62	
23	93,46	102,89	0,37	0,12	0,12	0,20	1,00	0,53	0,52	0,68	5,22	6,94	7,92	6,69	7,19	7,91	8,32	
24	77,81	103,89	0,16	0,18	0,38	0,24	0,60	0,63	1,03	0,75	5,11	5,78	5,37	5,42	7,14	7,42	7,25	
25	63,66	105,25	0,14	0,11	0,14	0,13	0,56	0,50	0,56	0,54	6,15	5,48	5,63	5,75	7,58	7,29	7,36	
26	45,68	107,17	0,33	0,14	0,15	0,21	0,93	0,56	0,59	0,69	6,46	5,81	6,56	6,28	7,71	7,43	7,75	
27	29,62	108,64	0,23	0,24	0,08	0,18	0,73	0,75	0,45	0,64	5,61	5,71	5,41	5,58	7,35	7,39	7,27	
28	15,88	109,55	0,26	0,26	0,23	0,25	0,80	0,79	0,73	0,77	5,45	5,11	5,78	5,45	7,28	7,14	7,42	
29	15,19	96,82	0,28	0,09	0,12	0,17	0,84	0,47	0,53	0,62	5,89	6,22	5,60	5,90	7,47	7,61	7,34	
30	28,82	95,76	0,25	0,12	0,09	0,15	0,78	0,52	0,46	0,59	5,75	5,80	5,90	5,82	7,41	7,43	7,47	
31	43,95	94,26	0,42	0,09	0,08	0,19	1,10	0,46	0,44	0,67	5,77	5,95	5,66	5,79	7,42	7,49	7,37	
32	61,33	91,79	0,30	0,12	0,09	0,17	0,87	0,53	0,46	0,62	5,57	5,71	5,35	5,54	7,33	7,39	7,24	
33**	76,77	89,62	0,14	0,10	0,10	0,11	0,56	0,48	0,48	0,51	4,97	4,75	5,60	5,11	7,08	6,99	7,34	
34	93,94	88,12	0,23	0,10	0,15	0,16	0,73	0,48	0,58	0,60	6,31	5,54	5,77	5,87	7,64	7,32	7,42	
35	108,88	86,09	0,95	0,91	0,22	0,69	2,13	2,04	0,71	1,63	6,67	8,06	7,26	7,33	7,80	8,38	8,04	
36	124,44	85,53	0,17	0,09	0,08	0,11	0,63	0,46	0,44	0,51	6,20	5,17	4,81	5,39	7,60	7,16	7,01	

* CECs estimada a partir da regressão: $y = 1,93 \text{ CE}_{1,2,5} + 0,29$ ($R^2 = 0,96$)

pHes estimado a partir da regressão: $y = 0,42 \text{ pH}_{1,2,5} + 4,99$ ($R^2 = 0,86$)

CE e pH (1:2,5) obtidos após filtragem da suspensão

** Amostras utilizadas na análise de regressão.

Apêndice 01. (continuação)

Amostras	Coordenadas		CE _{t 2,5} (dS.m ⁻¹) T = 25°C			CE _{t 2,5} média	CE _{ca} (dS.m ⁻¹) T = 25°C			CE _{ca} média	pH _{t 2,5}			pH _{t 2,5} médio	pH _{ca}			pH _{ca} médio
			0-20cm	20-40cm	40-60cm		0-20cm	20-40cm	40-60cm		0-20cm	20-40cm	40-60cm		0-20cm	20-40cm	40-60cm	
37	123,99	99,22	0,20	0,40	0,63	0,41	0,68	1,06	1,50	1,08	5,57	8,01	8,41	7,33	7,33	8,36	8,53	8,07
38	108,13	95,10	0,94	0,54	0,21	0,56	2,11	1,33	0,70	1,38	6,15	7,17	7,32	6,88	7,58	8,01	8,07	7,88
39**	124,66	73,67	0,62	1,30	1,36	1,09	1,49	2,80	2,93	2,41	5,79	7,70	8,97	7,49	7,42	8,23	8,76	8,14
40**	108,75	74,28	0,12	0,08	0,09	0,10	0,51	0,45	0,47	0,48	4,42	4,96	4,95	4,78	6,85	7,08	7,07	7,00
41	93,37	76,97	0,22	0,24	0,14	0,20	0,71	0,76	0,55	0,67	5,62	5,48	5,43	5,51	7,35	7,29	7,27	7,31
42	76,20	78,22	0,51	0,13	0,09	0,25	1,28	0,54	0,47	0,77	5,54	5,98	5,69	5,74	7,32	7,50	7,38	7,40
43	59,72	80,21	0,30	0,12	0,16	0,20	0,88	0,53	0,61	0,67	5,30	5,68	4,35	5,11	7,22	7,38	6,82	7,14
44	43,62	81,46	0,19	0,12	0,11	0,14	0,66	0,53	0,51	0,57	5,46	5,56	6,24	5,75	7,29	7,33	7,61	7,41
45	27,67	82,69	0,24	0,36	0,16	0,26	0,76	0,99	0,61	0,79	5,22	5,70	5,72	5,55	7,19	7,39	7,40	7,32
46	14,06	84,03	0,21	0,35	0,15	0,23	0,69	0,96	0,58	0,74	5,78	5,68	6,35	5,94	7,42	7,38	7,66	7,49
47	16,87	73,08	0,23	0,11	0,23	0,19	0,74	0,51	0,74	0,66	5,36	5,56	5,47	5,46	7,24	7,33	7,29	7,29
48	26,37	70,21	0,10	0,13	0,11	0,11	0,48	0,55	0,50	0,51	5,66	5,16	4,47	5,10	7,37	7,16	6,87	7,13
49	41,71	68,73	0,21	0,26	0,13	0,20	0,69	0,80	0,55	0,68	5,84	5,56	5,98	5,79	7,45	7,33	7,50	7,43
50	58,77	66,04	0,30	0,12	0,09	0,17	0,86	0,53	0,47	0,62	5,99	4,83	5,61	5,48	7,51	7,02	7,35	7,29
51**	51,62	73,72	0,22	0,11	0,10	0,14	0,72	0,50	0,49	0,57	5,58	5,61	5,02	5,40	7,34	7,35	7,10	7,26
52	62,98	72,45	0,41	0,20	0,10	0,23	1,08	0,68	0,48	0,75	5,72	5,05	5,72	5,50	7,40	7,11	7,40	7,30
53	75,75	69,21	0,21	0,08	0,09	0,13	0,69	0,44	0,47	0,53	5,65	5,71	5,35	5,57	7,37	7,39	7,24	7,33
54	89,93	65,74	0,17	0,21	0,09	0,16	0,63	0,70	0,46	0,60	6,28	6,29	5,11	5,89	7,63	7,64	7,14	7,47
55	100,01	65,78	0,11	0,08	0,10	0,09	0,51	0,44	0,48	0,48	5,53	4,90	4,94	5,12	7,32	7,05	7,07	7,14
56	112,26	63,95	0,13	0,22	0,10	0,15	0,54	0,71	0,49	0,58	6,14	5,82	4,65	5,54	7,57	7,44	6,95	7,32
57	125,38	60,47	0,16	0,09	0,13	0,13	0,61	0,47	0,54	0,54	6,18	5,59	4,40	5,39	7,59	7,34	6,84	7,26
58**	126,69	50,54	0,36	0,71	0,66	0,57	0,99	1,65	1,56	1,40	6,72	8,27	8,92	7,97	7,82	8,47	8,74	8,34
59**	113,59	52,17	0,12	0,09	0,07	0,09	0,52	0,47	0,44	0,47	5,53	5,19	5,22	5,31	7,32	7,17	7,19	7,22
60**	104,27	55,25	0,18	0,25	0,24	0,22	0,64	0,77	0,75	0,72	8,93	9,60	9,13	9,22	8,75	9,03	8,83	8,87
61	87,39	56,75	0,13	0,08	0,10	0,10	0,54	0,45	0,49	0,50	4,52	4,65	5,72	4,96	6,89	6,95	7,40	7,08
62	71,03	61,57	0,28	0,23	0,12	0,21	0,84	0,74	0,52	0,70	6,21	4,68	6,62	5,84	7,60	6,96	7,77	7,44
63	131,46	25,95	0,36	0,20	0,15	0,24	0,99	0,67	0,59	0,75	6,55	4,78	6,28	5,87	7,74	7,00	7,63	7,46
64	117,71	39,00	0,48	0,67	0,50	0,55	1,21	1,59	1,26	1,35	6,93	8,32	8,42	7,89	7,90	8,49	8,53	8,31
65	105,08	43,17	0,09	0,25	0,06	0,13	0,47	0,78	0,42	0,55	4,88	4,81	5,39	5,03	7,04	7,01	7,26	7,10
66	90,48	47,10	0,15	0,15	0,10	0,13	0,59	0,57	0,49	0,55	5,79	5,41	5,22	5,47	7,42	7,27	7,19	7,29
67	77,10	48,33	0,22	0,08	0,08	0,13	0,71	0,45	0,45	0,54	5,54	5,62	4,98	5,38	7,32	7,35	7,08	7,25
68	64,58	53,71	0,28	0,13	0,07	0,16	0,83	0,55	0,43	0,60	6,11	6,47	5,49	6,02	7,56	7,71	7,30	7,52
69**	52,70	57,51	0,17	0,19	0,08	0,15	0,63	0,65	0,44	0,57	5,31	5,77	5,55	5,54	7,22	7,42	7,32	7,32
70	35,66	59,54	0,30	0,10	0,13	0,18	0,87	0,49	0,54	0,63	5,88	5,70	6,15	5,91	7,46	7,39	7,58	7,48
71	25,88	60,72	0,14	0,03	0,08	0,08	0,56	0,35	0,45	0,45	4,72	5,55	5,57	5,28	6,97	7,32	7,33	7,21

Apêndice 01. (continuação)

Amostras	Coordenadas		CE _{t, 2,5} (dS.m ⁻¹) T = 25°C				CE _{t, 2,5} média	CE _m (dS m ⁻¹) T = 25°C			CE _m média	pH _{t, 2,5}			pH _{t, 2,5} médio	pH _m			pH _m médio
			0-20cm	20-40cm	40-60cm	0-20cm		20-40cm	40-60cm	0-20cm		20-40cm	40-60cm	0-20cm		20-40cm	40-60cm		
72	15,70	61,84	0,22	0,08	0,07	0,12	0,71	0,46	0,43	0,53	5,16	5,74	4,82	5,24	7,16	7,40	7,02	7,19	
73**	17,02	48,50	1,57	1,44	0,96	1,32	3,32	3,07	2,15	2,85	6,84	8,97	8,43	8,08	7,87	8,76	8,54	8,39	
74**	31,36	46,64	0,23	0,15	0,14	0,17	0,73	0,59	0,57	0,63	6,44	5,68	6,05	6,06	7,70	7,38	7,53	7,54	
75	44,06	47,52	0,22	0,12	0,08	0,14	0,72	0,53	0,45	0,57	5,81	5,87	4,87	5,52	7,43	7,46	7,04	7,31	
76	56,25	46,37	0,32	0,18	0,09	0,19	0,91	0,63	0,46	0,67	5,81	5,73	5,56	5,70	7,43	7,40	7,33	7,39	
77	71,72	40,58	0,41	0,15	0,09	0,22	1,09	0,58	0,46	0,71	6,42	5,44	4,50	5,45	7,69	7,28	6,88	7,28	
78	86,41	38,02	0,21	0,08	0,08	0,12	0,70	0,44	0,44	0,53	5,48	5,66	5,58	5,57	7,29	7,37	7,34	7,33	
79	97,43	34,02	0,14	0,08	0,09	0,11	0,57	0,44	0,48	0,50	5,77	5,57	5,71	5,68	7,42	7,33	7,39	7,38	
80**	108,89	28,67	0,45	0,31	0,20	0,32	1,17	0,90	0,68	0,92	5,42	5,84	5,39	5,55	7,27	7,45	7,26	7,32	
81**	118,02	26,70	0,49	0,57	0,40	0,49	1,24	1,40	1,06	1,23	7,39	8,47	7,91	7,92	8,10	8,55	8,32	8,32	
82	129,72	24,43	0,66	0,40	0,53	0,53	1,57	1,06	1,32	1,32	5,88	7,52	8,22	7,21	7,46	8,15	8,45	8,02	
83	132,28	11,77	0,29	0,12	0,18	0,19	0,86	0,52	0,63	0,67	4,51	5,58	5,42	5,17	6,89	7,34	7,27	7,16	
84	117,82	13,60	1,71	1,54	1,13	1,46	3,59	3,27	2,48	3,11	8,63	8,95	8,97	8,85	8,62	8,75	8,76	8,71	
85**	101,21	16,18	0,39	0,35	0,24	0,33	1,05	0,97	0,77	0,93	6,12	6,40	7,38	6,63	7,56	7,68	8,09	7,78	
86**	90,81	23,49	0,16	0,09	0,09	0,11	0,60	0,47	0,46	0,51	5,82	5,76	5,58	5,72	7,44	7,41	7,34	7,40	
87	75,94	26,40	0,17	0,54	0,07	0,26	0,61	1,34	0,43	0,79	4,84	7,15	4,70	5,56	7,03	8,00	6,97	7,33	
88	61,38	29,27	0,28	0,12	0,11	0,17	0,84	0,52	0,50	0,62	5,15	4,85	4,55	4,85	7,16	7,03	6,90	7,03	
89	44,77	30,20	0,19	0,08	0,26	0,18	0,65	0,44	0,80	0,63	4,72	5,77	8,06	6,18	6,97	7,42	8,38	7,59	
90	29,33	31,45	0,53	0,13	0,11	0,26	1,31	0,55	0,50	0,79	6,55	6,11	5,65	6,10	7,74	7,56	7,37	7,56	
91	16,24	32,80	0,14	0,09	0,06	0,10	0,57	0,47	0,42	0,49	5,63	5,71	5,47	5,60	7,36	7,39	7,29	7,35	
92**	19,02	19,02	0,15	0,10	0,07	0,11	0,59	0,48	0,43	0,50	5,78	5,44	5,86	5,69	7,42	7,28	7,45	7,38	
93	36,59	15,66	0,51	0,22	0,14	0,29	1,29	0,72	0,56	0,86	6,47	5,89	5,89	6,08	7,71	7,47	7,47	7,55	
94	52,22	14,89	0,16	0,09	0,08	0,11	0,59	0,46	0,45	0,50	6,43	5,95	5,61	6,00	7,69	7,49	7,35	7,51	
95	66,21	12,07	0,31	0,08	0,08	0,16	0,89	0,45	0,45	0,60	6,44	5,48	4,44	5,45	7,70	7,29	6,86	7,28	
96	75,79	13,59	0,50	1,04	0,53	0,69	1,25	2,29	1,31	1,62	7,26	8,00	8,06	7,77	8,04	8,35	8,38	8,26	
97**	91,89	11,42	0,15	0,08	0,08	0,10	0,58	0,45	0,46	0,49	6,39	4,59	4,72	5,23	7,68	6,92	6,97	7,19	
98	105,69	4,77	0,21	0,12	0,15	0,16	0,70	0,52	0,57	0,60	6,58	5,93	5,98	6,16	7,76	7,48	7,50	7,58	
99	116,53	3,90	2,06	1,89	0,97	1,64	4,28	3,93	2,17	3,46	8,02	8,98	7,83	8,28	8,36	8,77	8,28	8,47	
100	129,16	3,38	1,50	2,12	1,70	1,77	3,18	4,39	3,57	3,71	8,35	8,78	8,28	8,47	8,50	8,68	8,47	8,55	
101	27,65	8,06	0,62	0,22	0,09	0,31	1,48	0,71	0,46	0,89	6,19	5,72	5,59	5,83	7,59	7,40	7,34	7,44	
102	41,52	4,79	0,51	0,10	0,09	0,23	1,27	0,48	0,48	0,74	5,38	5,69	5,20	5,42	7,25	7,38	7,18	7,27	
103	52,77	1,69	0,47	0,13	0,08	0,23	1,19	0,54	0,45	0,73	6,39	5,92	5,29	5,87	7,68	7,48	7,21	7,46	
104	64,38	1,78	0,34	0,09	0,09	0,17	0,95	0,46	0,46	0,63	5,29	5,21	4,85	5,12	7,21	7,18	7,03	7,14	
105**	77,17	2,25	0,23	0,80	1,20	0,74	0,73	1,83	2,62	1,73	5,85	7,87	8,54	7,42	7,45	8,30	8,58	8,11	
106	86,76	2,52	0,33	0,16	0,11	0,20	0,92	0,60	0,51	0,68	5,92	5,93	5,79	5,88	7,48	7,48	7,42	7,46	
107	95,49	1,11	0,18	0,07	0,08	0,11	0,64	0,43	0,44	0,51	5,88	6,06	5,75	5,90	7,46	7,54	7,41	7,47	

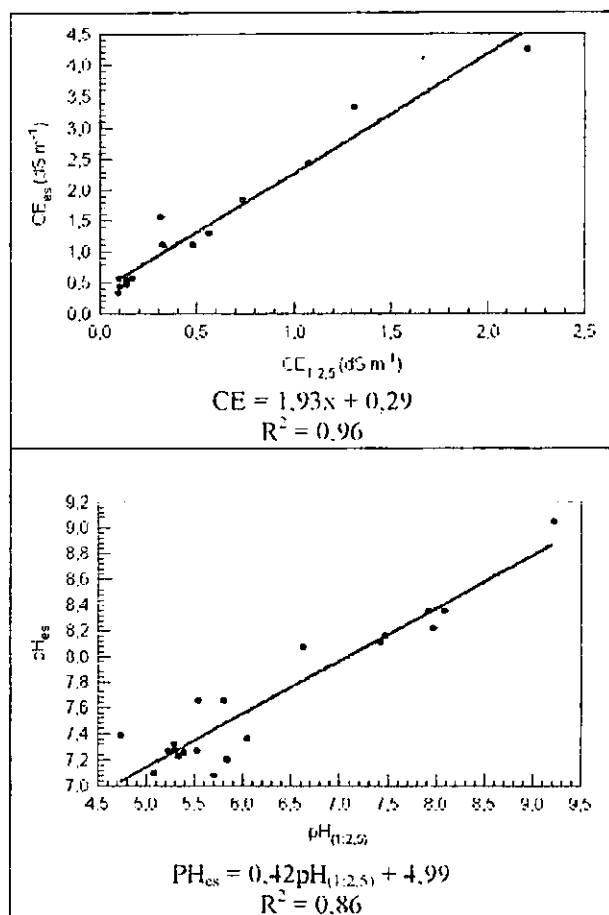


Figura 1. Correlações entre $CE_{(1:2,5)} \times CE_{es}$ e $pH_{(1:2,5)} \times pH_{es}$, utilizadas no mapeamento da área experimental, respectivamente.

Apêndice 02. Vazão média calculada por aspersor.

Aspersor	Vazão 1 (l/min)	Vazão 2 (l/min)	Vazão média (l/min)	Vazão média (l/s)
1	3,77	3,53	3,65	0,06
2	3,75	3,87	3,81	0,06
3	4,37	5,36	4,87	0,08
4	3,76	3,63	3,70	0,06
5	5,33	5,25	5,29	0,09
6	4,74	4,70	4,72	0,08
7	4,53	4,60	4,57	0,08
8	5,34	5,34	5,34	0,09
9	6,00	6,34	6,17	0,10
10	4,95	4,94	4,95	0,08
11	7,15	7,72	7,44	0,12
12	7,05	8,36	7,71	0,13
13	8,86	8,86	8,86	0,15
14	8,51	8,74	8,63	0,14
15	9,19	9,56	9,38	0,16
16	10,61	11,62	11,12	0,19
17	10,66	10,42	10,54	0,18
18	10,60	12,70	11,65	0,19
19	10,10	11,56	10,83	0,18
20	14,60	14,44	14,52	0,24
21	11,94	11,94	11,94	0,20
22	13,42	12,38	12,90	0,22
23	13,4	13,16	13,28	0,22

Apêndice 03. Caracterização química do solo, por profundidade, nos pontos de coleta de amostras, antes do cultivo.

Ponto	Profund (cm)	Sat amost (%)	CEEs a 25°C (dS.m-1)	Ph	Cátions solúveis (meq/100g)		Cátions trocáveis (meq/100g)				CTC (meq/100g)	PST (%)
					Na	K	Na	K	Ca	Mg		
1	0 - 20	26,67	1,67	6,91	0,25	0,01	0,71	0,41	9,03	5,23	15,38	4,64
	20 - 40	26,00	1,35	6,67	0,18	0,01	0,63	0,24	8,48	4,89	14,24	4,41
	40 - 60	22,00	0,45	6,52	0,05	-	0,27	0,24	7,16	4,29	11,96	2,27
2	0 - 20	28,33	1,57	6,99	0,21	0,01	0,64	0,39	9,30	4,85	15,18	4,23
	20 - 40	25,33	1,07	6,88	0,17	-	0,71	0,24	9,15	4,95	15,05	4,73
	40 - 60	25,00	0,53	6,39	0,07	-	0,36	0,18	6,89	6,39	13,82	2,60
3	0 - 20	26,67	1,36	6,68	0,23	0,01	0,64	0,35	9,99	4,62	15,60	4,09
	20 - 40	25,67	0,94	6,58	0,14	0,01	0,50	0,28	9,27	4,90	14,94	3,32
	40 - 60	25,00	0,52	6,48	0,07	-	0,31	0,24	9,18	5,24	14,97	2,05
4	0 - 20	25,00	1,19	7,05	0,20	-	0,57	0,20	8,71	4,63	14,11	4,02
	20 - 40	22,33	0,64	6,73	0,09	-	0,52	0,16	7,44	4,86	12,98	3,99
	40 - 60	20,67	0,36	6,60	0,04	-	0,19	0,16	5,91	4,54	10,80	1,73
5	0 - 20	25,33	0,83	6,86	0,13	0,01	0,65	0,32	8,82	5,14	14,93	4,37
	20 - 40	23,33	1,06	6,55	0,12	0,01	0,38	0,20	7,63	4,80	13,01	2,90
	40 - 60	21,00	0,78	6,54	0,06	0,01	0,16	0,20	6,94	4,74	12,04	1,34
6	0 - 20	24,33	0,96	6,78	0,15	0,01	0,75	0,34	9,36	5,01	15,45	4,84
	20 - 40	24,33	0,66	6,52	0,09	-	0,52	0,22	8,49	4,95	14,18	3,66
	40 - 60	25,67	0,55	6,42	0,08	-	0,42	0,28	8,82	5,36	14,88	2,84
7	0 - 20	24,67	1,02	7,05	0,17	-	0,68	0,20	8,27	4,28	13,43	5,09
	20 - 40	21,67	0,57	6,67	0,07	-	0,43	0,18	7,30	4,90	12,81	3,33
	40 - 60	18,67	0,30	6,54	0,03	-	0,22	0,20	6,83	4,68	11,94	1,88
8	0 - 20	24,33	0,85	6,95	0,13	-	0,62	0,24	9,27	4,90	15,03	4,11
	20 - 40	23,33	0,54	6,58	0,08	-	0,37	0,16	8,11	5,63	14,27	2,57
	40 - 60	23,67	0,58	6,36	0,05	-	0,20	0,22	7,23	5,07	12,73	1,61
9	0 - 20	24,33	0,96	6,77	0,15	0,01	0,81	0,20	7,77	4,10	12,88	6,28
	20 - 40	22,67	0,67	6,57	0,09	-	0,58	0,20	7,35	4,91	13,05	4,47
	40 - 60	23,33	0,33	6,09	0,04	-	0,26	0,18	6,73	5,44	12,62	2,10

Apêndice 03. (continuação)

Ponto	Profund (cm)	Sat amost (%)	CEEs a 25°C (dS.m-1)	Ph	Cátions solúveis (meq/100g)		Cátions trocáveis (meq/100g)				CTC (meq/100g)	PST (%)
					Na	K	Na	K	Ca	Mg		
10	0 - 20	21,33	0,98	7,35	0,16	-	0,62	0,16	8,20	3,96	12,94	4,81
	20 - 40	20,00	0,47	7,51	0,08	-	0,83	0,16	6,95	4,17	12,11	6,82
	40 - 60	41,67	0,54	8,33	0,23	0,01	5,53	0,20	9,19	9,29	24,21	22,85
11	0 - 20	22,00	0,80	7,03	0,12	-	0,54	0,16	7,88	4,56	13,14	4,12
	20 - 40	20,00	0,43	7,16	0,06	-	0,38	0,22	7,30	3,80	11,70	3,22
	40 - 60	22,67	0,55	7,12	0,10	-	1,66	0,24	9,46	7,70	19,06	8,72
12	0 - 20	24,00	1,50	7,27	0,34	-	1,43	0,22	8,67	4,93	15,25	9,37
	20 - 40	20,00	0,93	7,42	0,15	-	1,41	0,20	7,59	5,31	14,52	9,74
	40 - 60	24,33	0,59	7,56	0,13	-	2,03	0,26	9,79	7,66	19,74	10,30
13	0 - 20	27,00	0,66	7,83	0,17	-	1,69	0,18	7,87	6,82	16,56	10,21
	20 - 40	39,00	0,54	7,27	0,22	-	1,75	0,22	9,55	10,35	21,87	7,99
	40 - 60	35,00	0,28	6,69	0,09	-	1,57	0,22	8,30	6,95	17,04	9,21
14	0 - 20	26,67	1,40	7,33	0,27	-	1,40	0,14	6,16	4,26	11,96	11,69
	20 - 40	33,33	0,32	6,64	0,09	-	0,56	0,16	6,86	8,53	16,11	3,48
	40 - 60	30,00	0,24	6,27	0,06	-	0,30	0,22	7,04	6,66	14,22	2,09
15	0 - 20	26,67	0,91	8,07	0,21	-	0,07	0,22	10,64	8,62	19,55	0,36
	20 - 40	33,33	0,51	7,34	0,17	-	2,39	0,16	7,25	5,99	15,80	15,14
	40 - 60	31,67	0,27	6,48	0,07	-	0,04	0,26	10,28	9,72	20,30	0,22
16	0 - 20	20,00	0,63	6,74	0,08	-	0,42	0,18	7,69	3,79	12,08	3,48
	20 - 40	20,67	0,50	7,54	0,10	-	0,73	0,20	8,42	5,44	14,79	4,90
	40 - 60	25,33	0,65	7,98	0,14	-	2,63	0,22	9,69	8,42	20,96	12,54
17	0 - 20	20,67	1,55	7,80	0,31	-	1,95	0,18	8,03	3,76	13,93	14,03
	20 - 40	20,00	0,85	8,10	0,14	-	2,23	0,14	6,45	4,01	12,83	17,37
	40 - 60	41,00	0,64	8,45	0,23	0,01	6,63	0,14	7,95	8,08	22,80	29,09
18	0 - 20	68,00	2,66	8,91	1,29	0,02	19,67	0,22	3,56	5,25	28,71	68,53
	20 - 40	75,00	2,22	9,18	1,42	0,01	18,54	0,15	1,80	3,60	24,09	76,96
	40 - 60	71,67	2,03	9,16	1,22	0,02	15,75	0,15	1,25	3,55	20,70	76,09

Apêndice 03. (continuação)

Ponto	Profund (cm)	Sat amost (%)	CEes a 25°C (dS.m-1)	Ph	Cátions solúveis (meq/100g)		Cátions trocáveis (meq/100g)				CTC (meq/100g)	PST (%)
					Na	K	Na	K	Ca	Mg		
19	0 - 20	60,00	2,68	8,44	1,26	0,01	14,71	0,15	4,56	5,93	25,35	58,01
	20 - 40	86,67	2,08	9,14	1,82	0,01	14,15	0,15	2,14	4,56	21,00	67,36
	40 - 60	70,67	2,07	9,21	1,41	0,01	14,55	0,13	1,75	2,05	18,49	78,72
20	0 - 20	62,67	3,38	8,41	2,13	0,01	7,64	0,16	4,40	3,67	15,86	48,13
	20 - 40	76,67	2,88	9,18	2,37	0,01	19,59	0,18	2,22	2,76	24,75	79,16
	40 - 60	58,00	2,47	9,25	1,45	0,01	15,52	0,16	1,77	1,35	18,79	82,56
21	0 - 20	52,33	2,74	8,86	1,41	0,01	16,55	0,21	2,58	2,04	21,38	77,41
	20 - 40	69,67	1,99	9,19	1,39	0,01	18,57	0,17	1,70	1,95	22,39	82,94
	40 - 60	82,33	1,47	9,18	1,23	0,01	18,73	0,13	1,70	3,30	23,86	78,49
22	0 - 20	64,67	2,45	8,67	1,68	0,01	17,28	0,20	3,56	3,67	24,71	69,94
	20 - 40	83,33	2,10	9,11	1,66	0,01	20,30	0,19	2,04	2,29	24,82	81,78
	40 - 60	56,67	2,21	9,44	1,30	0,01	14,66	0,17	1,59	2,20	18,63	78,72
23	0 - 20	51,67	2,94	8,61	1,44	0,01	14,52	0,19	4,22	3,94	22,87	63,48
	20 - 40	60,00	2,58	9,21	1,56	0,01	15,41	0,21	2,16	2,13	19,91	77,38
	40 - 60	81,67	2,39	9,42	2,12	0,02	17,84	0,12	1,63	1,49	21,09	84,62
24	0 - 20	54,33	3,49	8,33	2,17	0,01	6,69	0,21	4,13	2,36	13,39	49,96
	20 - 40	74,00	1,94	9,30	1,63	0,01	16,34	0,17	1,93	1,71	20,15	81,07
	40 - 60	75,00	1,84	9,45	1,42	0,01	16,54	0,13	1,60	2,33	20,60	80,28
25	0 - 20	58,33	3,60	8,71	2,16	0,01	15,81	0,23	3,54	2,94	22,52	70,19
	20 - 40	83,33	2,78	9,37	2,50	0,01	22,47	0,18	1,72	1,71	26,07	86,17
	40 - 60	70,00	2,53	9,48	1,96	0,01	17,01	0,14	1,27	1,93	20,34	83,59
26	0 - 20	58,33	3,77	8,53	2,74	0,01	19,22	0,20	3,70	2,60	25,72	74,74
	20 - 40	79,67	2,55	9,34	2,79	0,01	20,18	0,14	1,72	1,28	23,31	86,55
	40 - 60	82,33	2,64	9,48	2,80	0,01	20,17	0,12	1,43	1,55	23,26	86,69

Apêndice 04. Caracterização química do solo, por profundidade, nos pontos de coleta de amostras, depois do cultivo.

Ponto	Profund (cm)	Sat amost (%)	CEes a 25°C (dS.m ⁻¹)	pH	Cátions solúveis (meq/100g)		Cátions trocáveis (meq/100g)						CTC (meq/100g)	PST (%)
					Na	K	Na	K	Ca	Mg	Al	H		
1	0 - 20	25,00	1,68	6,18	0,25	0,01	0,70	0,18	10,28	5,60	-	3,46	20,22	3,45
	20 - 40	22,67	1,52	6,68	0,13	0,01	0,50	0,17	9,28	4,66	-	-	14,61	3,39
	40 - 60	21,00	0,35	6,68	0,03	-	0,22	0,20	9,26	5,52	-	-	15,20	1,44
2	0 - 20	27,50	1,51	7,14	0,22	0,01	0,70	0,47	11,38	5,18	-	-	17,73	3,97
	20 - 40	22,33	0,62	6,75	0,08	-	0,50	0,18	9,31	5,42	-	-	15,41	3,25
	40 - 60	20,00	0,30	6,66	0,03	-	0,21	0,18	8,35	6,35	-	-	15,09	1,39
3	0 - 20	29,50	0,74	6,94	0,16	0,01	0,77	0,30	12,79	5,52	-	-	19,38	3,97
	20 - 40	26,00	0,94	6,82	0,15	-	0,62	0,20	11,22	5,56	-	-	17,60	3,50
	40 - 60	23,33	0,51	6,73	0,07	-	0,46	0,18	9,96	7,45	-	-	18,05	2,55
4	0 - 20	25,00	1,08	7,14	0,19	-	0,73	0,22	11,58	5,36	-	-	17,89	4,09
	20 - 40	24,00	0,45	6,77	0,11	-	0,52	0,18	9,86	5,51	-	-	16,08	3,26
	40 - 60	22,67	0,73	6,90	0,05	-	0,28	0,24	9,28	6,41	-	-	16,21	1,75
5	0 - 20	25,00	0,91	7,37	0,15	0,01	0,74	0,26	11,11	6,20	-	-	18,31	4,05
	20 - 40	27,00	1,51	6,95	0,19	0,01	0,75	0,20	10,98	6,10	-	-	18,03	4,16
	40 - 60	25,67	0,52	6,90	0,08	-	0,52	0,26	10,53	6,74	-	-	18,05	2,91
6	0 - 20	25,00	1,49	6,44	0,19	0,02	0,49	0,50	11,95	5,66	0,02	3,39	22,01	2,25
	20 - 40	26,00	1,28	6,40	0,15	0,01	0,48	0,29	11,22	6,02	-	-	18,02	2,68
	40 - 60	25,00	0,94	6,53	0,06	0,01	0,34	0,31	9,96	6,52	-	-	17,13	2,01
7	0 - 20	25,67	1,36	7,06	0,24	-	0,39	0,26	10,80	6,09	-	-	17,54	2,24
	20 - 40	23,67	1,00	6,78	0,16	-	0,64	0,18	9,68	6,31	-	-	16,81	3,78
	40 - 60	19,33	0,32	6,60	0,03	-	0,18	0,18	8,04	4,39	-	-	12,79	1,37
8	0 - 20	24,10	0,81	6,91	0,14	-	0,67	0,20	10,29	4,79	-	-	15,95	4,18
	20 - 40	21,67	0,66	6,58	0,09	-	0,49	0,18	9,98	5,51	-	-	16,16	3,02
	40 - 60	19,33	0,30	6,27	0,03	-	0,21	0,20	9,47	4,77	-	-	14,65	1,44
9	0 - 20	24,67	0,94	6,97	0,15	0,01	0,66	0,39	11,03	5,80	-	-	17,88	3,67
	20 - 40	24,33	1,32	6,74	0,20	-	0,76	0,20	10,94	5,17	-	-	17,07	4,44
	40 - 60	20,67	0,35	6,65	0,04	-	0,29	0,24	9,61	5,66	-	-	15,80	1,85

Apêndice 04. (continuação)

Ponto	Profund (cm)	Sat amost (%)	CEes a 25°C (dS.m ⁻¹)	pH	Cátions solúveis (meq/100g)		Cátions trocáveis (meq/100g)						CTC (meq/100g)	PST (%)
					Na	K	Na	K	Ca	Mg	Al	H		
10	0 - 20	25,83	1,72	7,07	0,72	0,01	0,23	0,23	6,50	3,55	-	3,50	14,01	1,65
	20 - 40	21,00	0,96	6,97	0,14	0,01	0,59	0,24	4,58	4,30	-	-	9,70	6,04
	40 - 60	24,67	0,83	7,04	0,27	-	4,09	0,16	4,12	4,86	-	-	13,24	30,92
11	0 - 20	25,27	2,82	6,27	0,22	0,02	0,47	0,48	5,46	4,04	-	-	10,45	4,54
	20 - 40	21,77	1,21	6,40	0,13	0,01	0,42	0,31	4,40	3,34	-	-	8,47	4,95
	40 - 60	21,33	1,89	7,23	0,12	0,01	0,48	0,26	4,33	3,81	-	-	8,88	5,46
12	0 - 20	24,33	2,24	6,54	0,17	0,02	0,58	0,31	5,55	3,49	-	3,29	13,22	4,42
	20 - 40	22,77	1,33	6,63	0,13	0,01	0,38	0,24	4,43	3,49	-	-	8,54	4,50
	40 - 60	21,67	0,89	6,86	0,65	0,01	1,51	0,26	4,33	3,49	-	-	9,59	15,79
13	0 - 20	27,67	1,87	7,45	0,44	0,01	2,32	0,39	10,00	5,53	-	-	18,24	12,73
	20 - 40	25,67	1,09	7,13	0,17	0,01	0,65	0,35	9,90	7,62	-	-	18,52	3,51
	40 - 60	25,00	0,54	6,92	0,09	-	0,44	0,32	10,62	4,36	-	-	15,74	2,78
14	0 - 20	27,33	3,44	7,64	0,82	0,01	1,94	0,25	9,55	7,39	-	-	19,14	10,16
	20 - 40	26,83	0,88	7,19	0,16	-	0,60	0,18	10,34	10,69	-	-	21,81	2,77
	40 - 60	29,33	0,49	6,92	0,09	-	0,47	0,24	12,52	1,45	-	-	14,68	3,18
15	0 - 20	26,00	1,98	7,63	0,44	0,01	2,32	0,33	9,42	10,27	-	-	22,35	10,39
	20 - 40	28,67	0,45	7,42	0,10	-	0,75	0,20	10,74	17,72	-	-	29,42	2,56
	40 - 60	41,67	0,37	7,02	0,12	-	0,67	0,26	14,66	0,40	-	-	15,99	4,18
16	0 - 20	25,77	1,78	7,20	0,25	0,02	0,65	0,50	5,30	4,05	-	-	10,50	6,18
	20 - 40	23,40	1,67	7,07	0,23	0,02	0,63	0,46	5,26	3,35	-	-	9,70	6,47
	40 - 60	20,67	0,93	6,93	0,11	0,01	0,44	0,34	4,45	3,46	-	-	8,68	5,05
17	0 - 20	24,40	3,01	6,21	0,44	0,01	1,03	0,31	5,12	3,45	-	3,50	9,91	10,35
	20 - 40	22,67	1,00	6,81	0,20	-	0,96	0,22	3,97	2,72	-	-	7,88	12,25
	40 - 60	24,67	1,18	8,26	0,20	-	4,16	0,16	3,91	5,37	-	-	13,60	30,58
18	0 - 20	27,17	2,72	7,84	0,73	0,01	3,03	0,17	8,89	4,53	-	-	16,62	18,24
	20 - 40	61,00	1,75	8,95	1,16	0,02	22,81	0,16	6,29	5,86	-	-	35,12	64,94
	40 - 60	72,67	1,24	9,25	1,01	0,03	18,95	0,17	5,77	5,16	-	-	30,05	63,06

Apêndice 04. (continuação)

Ponto	Profund (cm)	Sat amost (%)	CEes a 25°C (dS.m-1)	pH	Cátions solúveis (meq/100g)		Cátions trocáveis (meq/100g)						CTC (meq/100g)	PST (%)
					Na	K	Na	K	Ca	Mg	Al	H		
19	0 - 20	31,33	3,36	7,73	1,06	0,01	5,60	0,47	9,55	5,75	-	-	21,37	26,20
	20 - 40	77,33	1,51	8,88	1,31	0,03	18,65	0,15	6,61	6,95	-	-	32,36	57,63
	40 - 60	70,33	2,30	9,22	1,26	0,04	14,70	0,14	6,08	4,36	-	-	25,28	58,14
20	0 - 20	29,33	3,68	7,58	1,17	0,01	3,49	0,29	8,82	4,81	-	-	17,42	20,05
	20 - 40	66,00	1,98	8,75	1,32	0,03	23,65	0,18	6,88	5,96	-	-	36,66	64,50
	40 - 60	57,67	4,53	9,23	1,15	0,01	14,81	0,17	5,92	2,05	-	-	22,95	64,53
21	0 - 20	0,21	2,06	8,00	0,22	1,43	0,01	4,83	8,59	11,94	-	-	28,67	16,99
	20 - 40	0,17	0,99	9,10	0,18	1,12	0,01	13,84	5,89	9,20	-	-	56,33	23,21
	40 - 60	74,67	2,95	9,06	0,89	0,02	14,07	0,22	7,24	4,72	-	-	26,25	53,60
22	0 - 20	32,67	1,47	8,31	1,04	0,01	6,82	0,25	7,71	4,96	-	-	19,74	34,54
	20 - 40	73,00	1,96	9,24	1,24	0,04	40,73	0,17	6,45	5,18	-	-	52,52	77,54
	40 - 60	64,67	1,79	9,24	1,29	0,01	22,67	0,25	5,98	3,87	-	-	32,78	69,17
23	0 - 20	32,33	5,94	7,51	2,04	0,01	4,73	0,51	9,21	4,56	-	-	19,01	24,87
	20 - 40	75,67	2,43	8,94	2,19	0,01	16,77	0,29	6,43	5,02	-	-	28,51	58,83
	40 - 60	79,33	2,00	9,34	1,98	0,02	17,98	0,31	6,09	4,38	-	-	28,76	62,53
24	0 - 20	30,00	3,39	8,09	1,26	0,01	4,50	0,25	8,17	4,04	-	-	16,97	26,55
	20 - 40	72,00	2,06	9,29	1,73	0,02	21,24	0,17	6,16	4,34	-	-	31,91	66,56
	40 - 60	72,00	1,64	9,20	1,15	0,01	18,81	0,17	5,65	4,57	-	-	29,20	64,42
25	0 - 20	29,67	5,38	7,79	1,90	0,01	5,47	0,19	8,63	4,62	-	-	18,91	28,91
	20 - 40	96,67	2,60	9,24	2,90	0,02	24,07	0,17	5,83	5,33	-	-	35,40	67,99
	40 - 60	72,17	2,23	9,49	1,95	0,01	22,02	0,19	5,38	4,72	-	-	32,31	68,15
26	0 - 20	33,33	3,77	8,44	1,50	0,01	7,36	0,39	8,50	4,04	-	-	20,30	36,28
	20 - 40	66,67	3,23	9,66	2,66	0,01	23,30	0,19	5,67	2,76	-	-	31,92	72,99
	40 - 60	78,67	2,72	9,81	2,44	0,02	20,53	0,23	5,25	2,87	-	-	28,88	71,09

Apêndice 05. Leitura da sonda, umidade do solo, lâmina aplicada e lâmina armazenada na subárea 1.

Data	Leituras da sonda					Leitura média estorjo	Leituras corrigida da sonda			Umidade do solo (%)			Umidade do solo (mm)			Nº voltas/ percentímetro (%)	Lâmina aplicada (mm)	CE água $\mu\text{S.cm}^{-1}$	Temp água °C
	estorjo 1	20 cm	40 cm	60 cm	estorjo 2		20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm				
06/10/98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1x10	13,86	396	24,10	
07/10/98	5541	7517	9861	-	5481	5511,00	1,36	1,79	-	12,67	16,68	-	1,65	2,20	-	14,85	412	26,50	
08/10/98	5446	7433	9524	-	5674	5560,00	1,34	1,71	-	12,42	15,96	-	1,62	2,10	-	-	-	-	
08/10/98	5500	7455	9303	-	5322	5411,00	1,38	1,72	-	12,80	16,02	-	1,67	2,11	-	2,99	429	23,90	
10/10/98	5491	7322	9073	-	5536	5513,50	1,33	1,65	-	12,34	15,33	-	1,61	2,02	-	-	-	-	
10/10/98	5415	7420	8832	-	5430	5422,50	1,37	1,63	-	12,72	15,17	-	1,66	2,00	-	5,25	298	24,60	
11/10/98	5369	7305	8542	-	5496	5432,50	1,34	1,57	-	12,49	14,64	-	1,63	1,93	-	4,89	304	31,20	
12/10/98	5492	7020	8409	-	5580	5536,00	1,27	1,52	-	11,77	14,13	-	1,53	1,86	-	-	-	-	
13/10/98	5579	6589	8127	-	5507	5543,00	1,19	1,47	-	11,02	13,64	-	1,44	1,79	-	-	-	-	
14/10/98	5596	6153	8003	-	5555	5575,50	1,10	1,44	-	10,22	13,35	-	1,33	1,76	-	-	-	-	
15/10/98	5543	7108	8862	-	5595	5569,00	1,28	1,59	-	11,85	14,82	-	1,54	1,95	-	10,20	333	32,90	
16/10/98	5362	6521	8157	-	5461	5411,50	1,21	1,51	-	11,18	14,02	-	1,46	1,85	-	-	-	-	
17/10/98	5601	7865	8957	-	5547	5574,00	1,41	1,61	-	13,12	14,96	-	1,71	1,97	-	15,01	447	24,30	
18/10/98	5521	8371	9431	-	5399	5460,00	1,53	1,73	-	14,27	16,10	-	1,86	2,12	-	16,57	288	26,50	
19/10/98	5563	7994	9165	-	5416	5489,50	1,46	1,67	-	13,54	15,55	-	1,77	2,05	-	-	-	-	
20/10/98	5459	7418	8910	-	5381	5420,00	1,37	1,64	-	12,72	15,31	-	1,66	2,02	-	-	-	-	
20/10/98	5455	7509	9024	-	5258	5356,50	1,40	1,68	-	13,03	15,69	-	1,70	2,07	-	5,96	513	21,60	
21/10/98	5613	7502	9293	-	5496	5554,50	1,35	1,67	-	12,55	15,59	-	1,64	2,05	-	-	-	-	
21/10/98	5501	8091	9687	-	5560	5530,50	1,46	1,75	-	13,61	16,32	-	1,77	2,15	-	10,06	305	33,50	
22/10/98	5554	7850	9425	-	5534	5544,00	1,42	1,70	-	13,16	15,84	-	1,72	2,08	-	-	-	-	
22/10/98	5554	8082	9498	-	5471	5512,50	1,47	1,72	-	13,64	16,06	-	1,78	2,11	-	5,68	300	34,50	
24/10/98	5483	7581	9486	-	5518	5500,50	1,38	1,72	-	12,81	16,07	-	1,67	2,12	-	-	-	-	
25/10/98	5641	7735	9652	-	5500	5570,50	1,39	1,73	-	12,91	16,15	-	1,68	2,13	-	5,82	334	30,50	
26/10/98	5339	7872	9278	-	5467	5403,00	1,46	1,72	-	13,55	16,00	-	1,77	2,11	-	-	-	-	
26/10/98	5493	7917	9579	-	5411	5452,00	1,45	1,76	-	13,50	16,38	-	1,76	2,16	-	8,15	392	250	
27/10/98	5551	7810	9315	-	5316	5433,50	1,44	1,71	-	13,37	15,97	-	1,74	2,10	-	-	-	-	
28/10/98	5487	7463	9458	-	5485	5486,00	1,36	1,72	-	12,64	16,07	-	1,65	2,11	-	-	-	-	
29/10/98	5553	7743	9367	-	5615	5584,00	1,39	1,68	-	12,89	15,63	-	1,68	2,06	-	8,22	416	22,00	
30/10/98	5574	7555	9206	-	5588	5581,00	1,35	1,65	-	12,58	15,36	-	1,64	2,02	-	2,71	460	27,80	
31/10/98	5592	7620	9325	-	5528	5560,00	1,37	1,68	-	12,74	15,62	-	1,66	2,06	-	2,99	326	33,30	
01/11/98	5471	7473	9308	-	5483	5477,00	1,36	1,70	-	12,68	15,83	-	1,65	2,08	-	5,68	419	34,0	
02/11/98	5572	7859	9400	-	5484	5528,00	1,42	1,70	-	13,22	15,84	-	1,72	2,09	-	5,82	449	29,70	
03/11/98	5481	7561	8941	-	5261	5371,00	1,41	1,66	-	13,09	15,51	-	1,71	2,04	-	-	-	-	
04/11/98	5455	7528	9020	-	5520	5487,50	1,37	1,64	-	12,75	15,31	-	1,66	2,02	-	5,24	365	25,60	
05/11/98	5619	7556	9360	-	5587	5603,00	1,35	1,67	-	12,53	15,56	-	1,63	2,05	-	-	-	-	
06/11/98	5585	7284	9219	-	5430	5507,50	1,32	1,67	-	12,28	15,59	-	1,60	2,05	-	-	-	-	
07/11/98	5556	7491	9340	-	5659	5607,50	1,34	1,67	-	12,41	15,52	-	1,62	2,04	-	5,82	355	25,10	
08/11/98	5499	7886	9896	-	5494	5496,50	1,43	1,80	-	13,34	16,78	-	1,74	2,21	-	5,68	463	35,30	

Apêndice 05. (continuação)

Data	Leituras da sonda					Leitura média estorjo	Leituras corrigida da sonda			Umidade do solo (%)			Umidade do solo (mm)			Nº voltas/ Percentímetro (%)	Lâmina aplicada (mm)	CE água $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Temp água °C
	estorjo 1	20 cm	40 cm	60 cm	estorjo 2		20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm				
09/11/98	5482	7801	9495	-	5616	5549,00	1,41	1,71	-	13,07	15,94	-	1,70	2,10	-	1x50	2,73	584	32,90
10/11/98	5696	7852	9400	-	5725	5710,50	1,38	1,65	-	12,78	15,33	-	1,67	2,02	-	-	-	-	-
11/11/98	5686	7661	9361	-	5539	5612,50	1,36	1,67	-	12,68	15,54	-	1,65	2,05	-	1x40	3,27	334	23,50
12/11/98	5669	7655	9496	-	5649	5659,00	1,35	1,68	-	12,57	15,63	-	1,64	2,06	-	1x40	3,68	334	23,50
13/11/98	5569	7558	9476	-	5698	5633,50	1,34	1,68	-	12,46	15,67	-	1,62	2,06	-	-	-	-	-
14/11/98	5610	7627	9356	-	5607	5608,50	1,36	1,67	-	12,64	15,54	-	1,65	2,05	-	2x40	6,24	400	26,60
15/11/98	5482	7473	9153	-	5544	5513,00	1,36	1,66	-	12,59	15,46	-	1,64	2,04	-	-	-	-	-
16/11/98	5475	7541	9042	-	5706	5590,50	1,35	1,62	-	12,53	15,06	-	1,63	1,98	-	1x40	3,27	339	28,70
17/11/98	5589	7301	9001	-	5482	5535,50	1,32	1,63	-	12,25	15,14	-	1,60	1,99	-	-	-	-	-
18/11/98	5725	7747	9040	-	5723	5724,00	1,35	1,58	-	12,58	14,70	-	1,64	1,94	-	1x40	4,85	342	26,60
19/11/98	5536	7353	8996	-	5441	5488,50	1,34	1,64	-	12,45	15,27	-	1,62	2,01	-	1x25	6,10	301	27,90
20/11/98	5563	7822	9203	-	5640	5601,50	1,40	1,64	-	12,98	15,30	-	1,69	2,01	-	1x25	5,82	314	23,20
21/11/98	5453	7352	9253	-	5559	5506,00	1,34	1,68	-	12,40	15,66	-	1,62	2,06	-	-	-	-	-
22/11/98	5640	7655	8740	-	5394	5517,00	1,39	1,58	-	12,90	14,75	-	1,68	1,94	-	1x25	5,53	313	27,6
23/11/98	5615	7468	9230	-	5605	5610,00	1,33	1,65	-	12,37	15,32	-	1,61	2,02	-	-	-	-	-
24/11/98	5518	7315	9071	-	5440	5479,00	1,34	1,66	-	12,40	15,42	-	1,62	2,03	-	1x25	4,54	566	36,00
25/11/98	5621	7398	9135	-	5371	5496,00	1,35	1,66	-	12,51	15,48	-	1,63	2,04	-	-	-	-	-
26/11/98	5597	7257	9068	-	5480	5538,50	1,31	1,64	-	12,17	15,25	-	1,59	2,01	-	1x25	4,43	619	25,00
27/11/98	5505	7529	8998	-	5440	5472,50	1,38	1,64	-	12,79	15,31	-	1,67	2,02	-	2x25	8,08	487	24,90
28/11/98	5615	7094	9011	-	5539	5577,00	1,27	1,62	-	11,81	15,05	-	1,54	1,98	-	-	-	-	-
29/11/98	5604	6954	8726	-	5425	5514,50	1,26	1,58	-	11,71	14,73	-	1,53	1,94	-	-	-	-	-
30/11/98	5622	7057	8880	-	5537	5579,50	1,26	1,59	-	11,74	14,82	-	1,53	1,95	-	1x25	4,83	410	29,40
01/12/98	5391	7138	8866	-	5447	5419,00	1,32	1,64	-	12,23	15,24	-	1,59	2,01	-	1x25	4,83	410	29,40
02/12/98	5601	7052	8870	-	5357	5479,00	1,29	1,62	-	11,95	15,08	-	1,56	1,98	-	-	-	-	-
03/12/98	5764	7253	8925	-	5414	5589,00	1,30	1,60	-	12,05	14,87	-	1,57	1,96	-	1x25	4,40	385	28,30
04/12/98	5583	7059	8753	-	5312	5447,50	1,30	1,61	-	12,03	14,96	-	1,57	1,97	-	-	-	-	0
05/12/98	5437	6390	8529	-	5496	5466,50	1,17	1,56	-	10,84	14,52	-	1,41	1,91	-	1x25	5,11	352	32,80
06/12/98	5413	6340	8425	-	5463	5438,00	1,17	1,55	-	10,81	14,42	-	1,41	1,90	-	-	-	-	0
07/12/98	5554	6177	8516	-	5553	5553,50	1,11	1,53	-	10,30	14,27	-	1,34	1,88	-	1x25	4,83	337	32,40
08/12/98	5543	6480	8504	-	5534	5538,50	1,17	1,54	-	10,85	14,29	-	1,41	1,88	-	1x25	4,54	395	36,50
09/12/98	5422	6359	8529	-	5563	5492,50	1,16	1,55	-	10,73	14,45	-	1,40	1,90	-	-	-	-	-
10/12/98	5537	6179	8412	-	5546	5541,50	1,12	1,52	-	10,33	14,13	-	1,35	1,86	-	1x25	4,60	398	25,50
11/12/98	5420	6320	8530	-	5560	5490,00	1,15	1,55	-	10,67	14,46	-	1,39	1,90	-	-	-	-	-
12/12/98	5510	6470	8415	-	5468	5489,00	1,18	1,53	-	10,93	14,27	-	1,42	1,88	-	-	-	-	-
13/12/98	5512	6670	8314	-	5588	5550,00	1,20	1,50	-	11,15	13,94	-	1,45	1,83	-	1x25	5,25	420	32,80
14/12/98	5624	5878	8222	-	5676	5650,00	1,04	1,46	-	9,63	13,53	-	1,25	1,78	-	-	-	-	-
15/12/98	5593	5802	8034	-	5562	5577,50	1,04	1,44	-	9,63	13,39	-	1,25	1,76	-	1x25	4,99	420	27,4
16/12/98	5517	5621	7985	-	5556	5536,50	1,02	1,44	-	9,39	13,41	-	1,22	1,77	-	1x25	3,70	420	27,4

Apêndice 06. Leitura da sonda, umidade do solo, lâmina aplicada e lâmina armazenada na subárea 2.

Data	Leituras da sonda					Leitura média estejo	Leituras corrigida da sonda			Umidade do solo (%)			Umidade do solo (mm)			Nº voltas/percentímetro (%)	Lâmina aplicada (mm)	CE água $\mu\text{S cm}^{-1}$	Temp água °C
	estajo 1	20 cm	40 cm	60 cm	estajo 2		20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm				
06/10/98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1x10	15,00	303	31,30	
07/10/98	5287	5103	5792	-	5370	5328,50	0,96	1,09	-	8,85	10,07	-	1,35	1,54	-	1x10	14,43	340	32,60
08/10/98	5444	4835	5724	-	5469	5456,50	0,89	1,05	-	8,17	9,71	-	1,25	1,48	-	1x50	2,97	414	23,50
08/10/98	5566	5146	5832	-	5484	5525,00	0,93	1,06	-	8,60	9,77	-	1,31	1,49	-	-	-	-	-
10/10/98	5348	5128	5791	-	5430	5389,00	0,95	1,07	-	8,79	9,95	-	1,34	1,52	-	1x25	3,40	392	30,70
10/10/98	5458	4667	5611	-	5368	5413,00	0,86	1,04	-	7,95	9,59	-	1,21	1,46	-	-	-	-	-
11/10/98	5467	4813	5750	-	5421	5444,00	0,88	1,06	-	8,16	9,78	-	1,24	1,49	-	1x25	5,65	297	25,60
12/10/98	5458	4602	5790	-	5523	5490,50	0,84	1,05	-	7,72	9,76	-	1,18	1,49	-	-	-	-	-
13/10/98	5502	4768	5870	-	5401	5451,50	0,87	1,08	-	8,07	9,97	-	1,23	1,52	-	-	-	-	-
14/10/98	5438	4444	5636	-	5461	5449,50	0,82	1,03	-	7,51	9,57	-	1,15	1,46	-	-	-	-	-
15/10/98	5326	5280	5987	-	5423	5374,50	0,98	1,11	-	9,08	10,32	-	1,39	1,57	-	2x25	8,21	315	32,60
16/10/98	5482	5246	5966	-	5395	5438,50	0,96	1,10	-	8,91	10,16	-	1,36	1,55	-	1x25	5,94	332	24,50
17/10/98	5299	5441	6364	-	3879	4589,00	1,19	1,39	-	11,00	12,89	-	1,68	1,97	-	1x10	14,12	299	30,60
18/10/98	5473	5709	6582	-	5399	5436,00	1,05	1,21	-	9,72	11,23	-	1,48	1,71	-	1x10	13,82	253	29,10
19/10/98	5436	5249	6358	-	5426	5431,00	0,97	1,17	-	8,93	10,85	-	1,36	1,66	-	-	-	-	-
20/10/98	5417	5777	6166	-	4768	5092,50	1,13	1,21	-	10,51	11,23	-	1,60	1,71	-	1x25	4,83	466	28,20
20/10/98	5439	5718	6066	-	5465	5452,00	1,05	1,11	-	9,71	10,31	-	1,48	1,57	-	-	-	-	-
21/10/98	5475	5698	7341	-	5419	5447,00	1,05	1,35	-	9,68	12,52	-	1,48	1,91	-	2x25	13,09	316	22,10
21/10/98	5627	6054	6433	-	5546	5586,50	1,08	1,15	-	10,03	10,67	-	1,53	1,63	-	-	-	-	-
22/10/98	5467	5898	6403	-	5605	5536,00	1,07	1,16	-	9,86	10,72	-	1,50	1,64	-	-	-	-	-
22/10/98	5598	5873	6502	-	5506	5552,00	1,06	1,17	-	9,79	10,86	-	1,49	1,66	-	1x25	5,94	248	23,80
24/10/98	5571	5279	6487	-	5569	5570,00	0,95	1,16	-	8,75	10,80	-	1,34	1,65	-	-	-	-	-
25/10/98	5621	5704	6940	-	5565	5593,00	1,02	1,24	-	9,43	11,51	-	1,44	1,76	-	2x25	5,51	399	30,30
26/10/98	5517	5804	7379	-	5505	5511,00	1,05	1,34	-	9,75	12,44	-	1,49	1,90	-	-	-	-	-
26/10/98	5709	6005	7697	-	5494	5601,50	1,07	1,37	-	9,93	12,77	-	1,51	1,95	-	2x25	13,44	329	25,20
27/10/98	5488	5525	7379	-	5494	5491,00	1,01	1,34	-	9,31	12,48	-	1,42	1,90	-	-	-	-	-
28/10/98	5501	5308	6818	-	5520	5510,50	0,96	1,24	-	8,90	11,48	-	1,36	1,75	-	-	-	-	-
29/10/98	5521	5665	7170	-	5679	5600,00	1,01	1,30	-	9,36	12,06	-	1,43	1,84	-	1x25	5,07	316	21,50
30/10/98	5574	5632	7274	-	5647	5610,50	1,00	1,30	-	9,28	12,04	-	1,42	1,84	-	1x50	2,69	384	30,40
31/10/98	5630	5517	7099	-	5510	5570,00	0,99	1,27	-	9,16	11,83	-	1,40	1,80	-	1x50	2,55	482	30,10
01/11/98	5691	5525	7068	-	5456	5573,50	0,99	1,27	-	9,16	11,77	-	1,40	1,80	-	1x25	4,24	374	30,20
02/11/98	5606	5722	7114	-	5616	5611,00	1,02	1,27	-	9,43	11,77	-	1,44	1,80	-	1x25	4,81	357	28,20
03/11/98	5426	5224	7076	-	5392	5409,00	0,97	1,31	-	8,92	12,15	-	1,36	1,85	-	-	-	-	-
04/11/98	5502	5500	7156	-	5501	5501,50	1,00	1,30	-	9,24	12,08	-	1,41	1,84	-	2x25	10,75	343	26,10
05/11/98	5509	5352	7323	-	5518	5513,50	0,97	1,33	-	8,97	12,34	-	1,37	1,88	-	-	-	-	-
06/11/98	5544	5264	7178	-	5549	5546,50	0,95	1,29	-	8,77	12,02	-	1,34	1,83	-	-	-	-	-
07/11/98	5684	5659	7308	-	5584	5634,00	1,00	1,30	-	9,29	12,04	-	1,42	1,84	-	2x25	8,49	323	24,30
08/11/98	5303	5860	7510	-	5675	5489,00	1,07	1,37	-	9,88	12,71	-	1,51	1,94	-	2x50	7,36	398	32,40

Apêndice 06. (continuação)

Data	Leituras da sonda					Leitura média estojos	Leituras corrigida da sonda			Umidade do solo (%)			Umidade do solo (mm)			Nº voltas/ Percentimetro (%)	Lâmina aplicada (mm)	CE água µS/cm	Temp água °C
	estojos 1	20 cm	40 cm	60cm	estojos 2		20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm				
10/11/98	5755	5389	7336	-	5534	5644,50	0,95	1,30	-	8,82	12,07	-	1,35	1,84	-	1x40	2,69	440	31,00
11/11/98	5650	5275	7372	-	5599	5624,50	0,94	1,31	-	8,66	12,17	-	1,32	1,86	-	1x40	3,68	347	33,00
12/11/98	5630	5272	7378	-	5632	5631,00	0,94	1,31	-	8,65	12,17	-	1,32	1,86	-	1x40	3,40	256	23,50
13/11/98	5700	5132	7282	-	5511	5605,50	0,92	1,30	-	8,45	12,06	-	1,29	1,84	-	-	-	-	-
14/11/98	5606	5291	7311	-	5547	5576,50	0,95	1,31	-	8,76	12,18	-	1,34	1,86	-	2x40	9,62	336	26,00
15/11/98	5461	5153	7151	-	5536	5498,50	0,94	1,30	-	8,65	12,08	-	1,32	1,84	-	-	-	-	-
16/11/98	5555	5212	7232	-	5763	5659,00	0,92	1,28	-	8,50	11,86	-	1,30	1,81	-	1x40	3,68	362	25,80
17/11/98	5549	4625	6953	-	5587	5568,00	0,83	1,25	-	7,65	11,59	-	1,17	1,77	-	-	-	-	-
18/11/98	5639	5506	7416	-	5733	5686,00	0,97	1,30	-	8,95	12,11	-	1,36	1,85	-	2x40	7,64	310	24,00
19/11/98	5630	5070	7214	-	5645	5637,50	0,90	1,28	-	8,30	11,83	-	1,27	1,81	-	-	0,00	-	-
20/11/98	5544	5284	7263	-	5732	5638,00	0,94	1,29	-	8,66	11,96	-	1,32	1,82	-	2x25	10,19	293	24,80
21/11/98	5447	5045	7308	-	5558	5502,50	0,92	1,33	-	8,46	12,34	-	1,29	1,88	-	-	-	-	-
22/11/98	5600	5229	7266	-	5585	5592,50	0,94	1,30	-	8,63	12,06	-	1,32	1,84	-	2x25	8,21	375	29,20
23/11/98	5627	5183	7326	-	5413	5520,00	0,94	1,33	-	8,67	12,33	-	1,32	1,88	-	-	-	-	-
24/11/98	5581	5035	7215	-	5468	5524,50	0,91	1,31	-	8,41	12,13	-	1,28	1,85	-	1x25	4,53	382	34,20
25/11/98	5562	4976	7299	-	5501	5531,50	0,90	1,32	-	8,30	12,26	-	1,27	1,87	-	1x25	5,51	359	27,90
26/11/98	5439	4667	6890	-	5543	5491,00	0,85	1,25	-	7,83	11,65	-	1,19	1,78	-	-	-	-	-
27/11/98	5591	5030	7170	-	5501	5546,00	0,91	1,29	-	8,37	12,00	-	1,28	1,83	-	1x25	5,94	327	25,10
28/11/98	5470	4800	7214	-	5603	5536,50	0,87	1,30	-	7,99	12,10	-	1,22	1,85	-	-	-	-	-
29/11/98	5523	4512	7025	-	5563	5543,00	0,81	1,27	-	7,49	11,76	-	1,14	1,79	-	-	-	-	-
30/11/98	5604	4432	7024	-	5691	5647,50	0,78	1,24	-	7,22	11,54	-	1,10	1,76	-	1x25	4,67	416	29,70
01/12/98	5575	5221	7184	-	5610	5592,50	0,93	1,28	-	8,62	11,93	-	1,31	1,82	-	1x25	4,53	416	29,70
02/12/98	5408	4802	7294	-	5531	5469,50	0,88	1,33	-	8,10	12,39	-	1,24	1,89	-	-	-	-	-
03/12/98	5374	4895	7314	-	5412	5393,00	0,91	1,36	-	8,38	12,60	-	1,28	1,92	-	1x25	6,22	370	29,60
04/12/98	5301	4651	7215	-	5373	5337,00	0,87	1,35	-	8,04	12,56	-	1,23	1,92	-	-	-	-	-
05/12/98	5591	4830	7061	-	5550	5570,50	0,87	1,27	-	7,99	11,77	-	1,22	1,79	-	1x25	5,66	373	33,30
06/12/98	5644	4793	7134	-	5591	5617,50	0,85	1,27	-	7,86	11,79	-	1,20	1,80	-	-	-	-	-
07/12/98	5561	4357	7091	-	5548	5554,50	0,78	1,28	-	7,22	11,85	-	1,10	1,81	-	-	-	-	-
08/12/98	5601	4800	7271	-	5522	5561,50	0,86	1,31	-	7,96	12,14	-	1,21	1,85	-	1x25	8,39	405	34,80
09/12/98	5540	4760	7060	-	5570	5555,00	0,86	1,27	-	7,90	11,80	-	1,20	1,80	-	-	-	-	-
10/12/98	5555	4466	7232	-	5549	5552,00	0,80	1,30	-	7,40	12,10	-	1,13	1,84	-	1x25	4,10	434	24,70
11/12/98	5538	4480	7020	-	5516	5527,00	0,81	1,27	-	7,45	11,79	-	1,14	1,80	-	-	-	-	-
12/12/98	5572	4790	7114	-	5413	5492,50	0,87	1,30	-	8,04	12,03	-	1,23	1,83	-	-	-	-	-
13/12/98	5523	4721	7457	-	5486	5504,50	0,86	1,35	-	7,91	12,59	-	1,21	1,92	-	1x25	4,39	375	28,70
14/12/98	5411	4501	7312	-	5362	5386,50	0,84	1,36	-	7,70	12,61	-	1,17	1,92	-	-	-	-	-
15/12/98	5558	4836	6779	-	5666	5612,00	0,86	1,21	-	7,94	11,21	-	1,21	1,71	-	-	-	-	-
16/12/98	5487	4672	7082	-	5431	5459,00	0,86	1,30	-	7,89	12,05	-	1,20	1,84	-	1x25	3,68	381	27,60

Apêndice 07. Leitura da sonda, umidade do solo, lâmina aplicada e lâmina armazenada na subárea 3.

Data	Leituras da sonda					Leitura média estorjo	Leituras corrigida da sonda			Umidade do solo (%)			Umidade do solo (mm)			N° voltas/ percentímetro (%)	Lâmina aplicada (mm)	CE água $\mu\text{S. cm}^{-1}$	Temp água °C
	estorjo 1	20 cm	40 cm	60 cm	estorjo 2		20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm				
06/10/98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1x10	14,68	417	23,50
07/10/98	5432	3785	7349	7582	5421	5426,50	0,70	1,39	1,40	6,40	12,93	13,00	0,83	1,67	1,68	1x10	14,11	392	24,70
08/10/98	5425	3470	7397	7443	5476	5450,50	0,64	1,36	1,36	5,82	12,61	12,63	0,75	1,63	1,63	1x50	3,22	460	24,50
08/10/98	5407	3594	7468	7452	5469	5438,00	0,66	1,37	1,36	6,05	12,76	12,66	0,78	1,65	1,64	-	-	-	-
10/10/98	5486	3608	7482	7654	5327	5406,50	0,67	1,38	1,44	6,11	12,86	13,36	0,79	1,66	1,73	-	-	-	-
10/10/98	5517	3623	7430	7675	5430	5473,50	0,66	1,36	1,41	6,06	12,61	13,14	0,78	1,63	1,70	1x25	4,78	450	27,20
11/10/98	5508	3782	7490	7769	5504	5506,00	0,69	1,36	1,41	6,30	12,64	13,12	0,81	1,63	1,70	1x25	4,92	384	26,00
13/10/98	5408	3541	7459	7694	5467	5437,50	0,65	1,37	1,41	5,96	12,75	13,08	0,77	1,65	1,69	-	-	-	-
14/10/98	5526	3660	7547	7840	5477	5501,50	0,67	1,37	1,43	6,09	12,75	13,31	0,79	1,65	1,72	-	-	-	-
15/10/98	5506	3706	7564	7838	5516	5511,00	0,67	1,37	1,42	6,16	12,76	13,21	0,80	1,65	1,71	2x25	8,60	380	24,30
16/10/98	5561	3687	7690	7685	5489	5525,00	0,67	1,39	1,40	6,11	12,94	13,01	0,79	1,67	1,68	1x50	3,08	348	26,50
17/10/98	5176	3722	7559	7845	5623	5399,50	0,69	1,40	1,40	6,32	13,01	12,97	0,82	1,68	1,68	1x50	3,15	268	26,30
18/10/98	5514	3839	7723	7753	5445	5479,50	0,70	1,41	1,42	6,43	13,10	13,24	0,83	1,69	1,71	1x50	2,94	281	24,70
19/10/98	5487	3781	7593	7630	5487	5487,00	0,69	1,38	1,39	6,32	12,86	12,92	0,82	1,66	1,67	-	-	-	-
20/10/98	5415	3812	7675	7734	5406	5410,50	0,70	1,42	1,43	6,46	13,19	13,30	0,84	1,70	1,72	-	-	-	-
20/10/98	5451	4006	7855	8072	5471	5461,00	0,73	1,44	1,48	6,74	13,38	13,72	0,87	1,73	1,77	1x25	5,06	356	24,10
21/10/98	5482	3996	7991	7980	5363	5422,50	0,74	1,47	1,49	6,77	13,71	13,84	0,87	1,77	1,79	-	-	-	-
21/10/98	5656	4256	8181	8111	5565	5610,50	0,76	1,46	1,46	6,97	13,56	13,56	0,90	1,75	1,75	2x25	11,71	301	22,70
22/10/98	5295	4950	8436	8232	5511	5403,00	0,92	1,56	1,49	8,46	14,53	13,90	1,09	1,88	1,80	-	-	-	-
22/01/00	5478	5061	8514	8315	5587	5532,50	0,91	1,54	1,49	8,44	14,32	13,85	1,09	1,85	1,79	1x25	7,04	295	31,50
24/01/00	5598	4798	8713	7910	5457	5527,50	0,87	1,58	1,45	8,00	14,67	13,48	1,03	1,90	1,74	-	-	-	-
25/10/98	5490	4975	8799	8023	5323	5406,50	0,92	1,63	1,51	8,50	15,16	14,02	1,10	1,96	1,81	1x25	5,77	329	31,70
26/10/98	5459	5301	9254	8575	5521	5490,00	0,97	1,69	1,55	8,92	15,70	14,46	1,15	2,03	1,87	-	-	-	-
26/10/98	5355	5379	9492	8922	5520	5437,50	0,99	1,75	1,62	9,15	16,27	15,05	1,18	2,10	1,94	2x25	11,28	370	27,20
27/10/98	5583	5166	9400	8628	5453	5518,00	0,94	1,70	1,58	8,65	15,87	14,73	1,12	2,05	1,90	-	-	-	-
28/10/98	5421	5098	9465	8820	5469	5445,00	0,94	1,74	1,61	8,65	16,20	15,02	1,12	2,09	1,94	-	-	-	-
29/10/98	5452	5632	9816	9265	5453	5452,50	1,03	1,80	1,70	9,56	16,78	15,83	1,23	2,17	2,05	2x25	10,72	380	30,50
30/10/98	5556	5691	9765	9126	5722	5639,00	1,01	1,73	1,59	9,33	16,14	14,85	1,21	2,08	1,92	1x50	2,80	494	30,10
31/10/98	5524	5613	9788	9168	5586	5555,00	1,01	1,76	1,64	9,35	16,42	15,29	1,21	2,12	1,97	1x50	3,08	643	29,80
01/11/98	5363	5859	9916	9156	5451	5407,00	1,08	1,83	1,68	10,03	17,10	15,65	1,30	2,21	2,02	1x25	5,06	471	36,10
02/11/98	5516	5946	9977	9870	5500	5508,00	1,08	1,81	1,79	10,00	16,89	16,73	1,29	2,18	2,16	1x25	4,92	485	26,60
03/11/98	5526	5703	9826	9528	5583	5554,50	1,03	1,77	1,71	9,50	16,49	15,90	1,23	2,13	2,05	1x25	4,92	454	28,70
04/11/98	5560	5921	10016	9557	5361	5460,50	1,08	1,83	1,78	10,04	17,10	16,62	1,30	2,21	2,15	2x25	8,64	412	21,80
05/11/98	5598	5869	9941	9603	5476	5537,00	1,06	1,80	1,75	9,81	16,74	16,34	1,27	2,16	2,11	-	-	-	-
06/11/98	5363	5758	9858	9541	5415	5389,00	1,07	1,83	1,76	9,89	17,06	16,42	1,28	2,20	2,12	-	-	-	-
07/11/98	00:00	6258	10170	9902	5546	5485,00	1,14	1,85	1,79	10,57	17,29	16,64	1,37	2,23	2,15	2x25	10,01	346	23,50
08/11/98	5121	6405	10240	10337	5455	5288,00	1,21	1,94	1,89	11,24	18,07	17,68	1,45	2,33	2,28	2x25	10,72	348	34,00
09/11/98	5433	6305	10060	9885	5513	5473,00	1,15	1,84	1,79	10,68	17,14	16,72	1,38	2,21	2,16	-	-	-	-

Apêndice 07. (continuação)

Data	Leituras da sonda					Leitura média estojos	Leituras corrigida da sonda			Umidade do solo (%)			Umidade do solo (mm)			Nº voltas/ Percentímetro (%)	Lâmina aplicada (mm)	CE água $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Temp água °C
	estojos 1	20 cm	40 cm	60 cm	estojos 2		20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm				
10/11/98	5455	6409	10234	10109	5499	5477,00	1,17	1,87	1,84	10,85	17,43	17,14	1,40	2,25	2,21	1x25	4,21	337	32,70
11/11/98	5592	6919	10151	10021	5563	5577,50	1,24	1,82	1,80	11,51	16,97	16,79	1,49	2,19	2,17	1x25	4,78	344	27,60
12/11/98	5507	6391	10331	10047	5412	5459,50	1,17	1,89	1,86	10,85	17,65	17,31	1,40	2,28	2,24	1x25	4,49	332	22,90
13/11/98	5426	6226	9819	9790	5562	5494,00	1,13	1,79	1,76	10,50	16,66	16,41	1,36	2,15	2,12	-	-	-	-
14/11/98	5392	6407	9996	9884	5392	5392,00	1,19	1,85	1,83	11,02	17,29	17,09	1,42	2,23	2,21	2x40	9,02	353	25,30
15/11/98	5558	6052	10134	9676	5410	5484,00	1,10	1,85	1,79	10,22	17,23	16,67	1,32	2,23	2,15	-	-	-	-
16/11/98	5565	6406	10101	9740	5629	5597,00	1,14	1,80	1,73	10,61	16,83	16,12	1,37	2,17	2,08	1x25	4,92	330	25,40
17/11/98	5472	6277	9735	9826	5494	5483,00	1,14	1,78	1,79	10,61	16,55	16,67	1,37	2,14	2,15	-	-	-	-
18/11/98	5564	6378	9161	9804	5554	5559,00	1,15	1,65	1,77	10,63	15,35	16,45	1,37	1,98	2,13	2x40	7,04	350	25,50
19/11/98	5632	6039	9941	9912	5466	5549,00	1,09	1,79	1,81	10,08	16,70	16,91	1,30	2,16	2,18	-	-	-	-
20/11/98	5496	6118	10132	9809	5495	5495,50	1,11	1,84	1,79	10,31	17,19	16,64	1,33	2,22	2,15	1x25	5,34	314	23,20
21/11/98	5450	5158	9924	9394	5375	5412,50	0,95	1,83	1,75	8,80	17,10	16,29	1,14	2,21	2,10	-	-	-	-
22/11/98	5359	5159	9923	9694	5494	5426,50	0,95	1,83	1,76	8,78	17,05	16,45	1,13	2,20	2,12	1x25	5,80	391	28,80
23/11/98	5455	5108	9687	9471	5550	5502,50	0,93	1,76	1,71	8,57	16,41	15,90	1,11	2,12	2,05	-	-	-	-
24/11/98	5550	4825	9673	9665	5393	5471,50	0,88	1,77	1,79	8,13	16,48	16,71	1,05	2,13	2,16	-	-	-	-
25/11/98	5544	4650	9620	9575	5522	5533,00	0,84	1,74	1,73	7,74	16,20	16,16	1,00	2,09	2,09	1x25	3,56	526	25,20
26/11/98	5245	4980	9750	9782	5540	5392,50	0,92	1,81	1,77	8,53	16,86	16,46	1,10	2,18	2,13	2x25	6,90	354	24,80
27/11/98	5296	4883	9675	9847	5476	5386,00	0,91	1,80	1,80	8,37	16,75	16,76	1,08	2,16	2,17	2x25	7,04	332	25,30
28/11/98	5523	4231	9552	9432	5437	5480,00	0,77	1,74	1,73	7,10	16,24	16,17	0,92	2,10	2,09	-	-	-	-
29/11/98	5468	4025	9117	9357	5483	5475,50	0,74	1,67	1,71	6,75	15,51	15,90	0,87	2,00	2,05	-	-	-	-
30/11/98	5578	4200	9292	9393	5544	5561,00	0,76	1,67	1,69	6,94	15,57	15,79	0,90	2,01	2,04	1x25	4,49	482	23,10
01/12/98	5390	4209	8900	9324	5418	5404,00	0,78	1,65	1,72	7,16	15,34	16,04	0,93	1,98	2,07	2x25	8,74	482	23,10
02/12/98	5506	4224	8973	9200	5463	5484,50	0,77	1,64	1,68	7,08	15,24	15,69	0,91	1,97	2,03	1x25	4,49	426	24,50
03/12/98	5538	4350	8895	9450	5512	5525,00	0,79	1,61	1,71	7,24	14,99	15,98	0,94	1,94	2,06	-	-	-	-
04/12/98	5551	4248	8662	9395	5434	5492,50	0,77	1,58	1,73	7,11	14,68	16,11	0,92	1,90	2,08	-	-	-	-
05/12/98	5416	3901	8177	8562	5481	5448,50	0,72	1,50	1,56	6,57	13,96	14,54	0,85	1,80	1,88	1x25	4,64	379	32,00
06/12/98	5391	3887	8095	8410	5472	5431,50	0,72	1,49	1,54	6,57	13,87	14,30	0,85	1,79	1,85	-	-	-	-
07/12/98	5424	3736	8001	8423	5551	5487,50	0,68	1,46	1,52	6,24	13,56	14,12	0,81	1,75	1,82	1x25	4,21	390	31,30
08/12/98	5547	3948	7748	8217	5434	5490,50	0,72	1,41	1,51	6,60	13,12	14,07	0,85	1,69	1,82	1x25	4,78	383	31,60
09/12/98	5422	3744	8062	8560	5534	5478,00	0,68	1,47	1,55	6,27	13,69	14,40	0,81	1,77	1,86	-	-	-	-
10/12/98	5426	3575	7736	7987	5395	5410,50	0,66	1,43	1,48	6,05	13,29	13,77	0,78	1,72	1,78	-	-	-	-
11/12/98	5590	3709	7790	8295	5518	5554,00	0,67	1,40	1,50	6,12	13,04	13,99	0,79	1,68	1,81	2x25	8,06	390	25,20
12/12/98	5593	3531	7513	7727	5397	5495,00	0,64	1,37	1,43	5,88	12,71	13,31	0,76	1,64	1,72	-	-	-	-
13/12/98	5528	3950	7760	8424	5520	5524,00	0,72	1,40	1,53	6,56	13,06	14,20	0,85	1,69	1,83	1x25	4,92	402	39,90
14/12/98	5403	3547	7498	7603	5403	5403,00	0,66	1,39	1,41	6,01	12,90	13,08	0,78	1,67	1,69	-	-	-	-
15/12/98	5425	3292	7274	7384	5457	5441,00	0,61	1,34	1,35	5,53	12,42	12,57	0,71	1,60	1,62	1x25	5,88	367	29,60
16/12/98	5569	3678	7520	7692	5460	5514,50	0,67	1,36	1,41	6,11	12,67	13,10	0,79	1,64	1,69	1x25	5,63	367	29,60