

INFLUÊNCIA DO POTENCIAL MATRICIAL DA ÁGUA DO SOLO DA ADUBAÇÃO E DE
CULTIVARES NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA IRRIGADA DE MILHO Zea mays L.

MOACIR ALENCAR DE ARRUDA

Orientador: LUIZ CARLOS UCHÔA SAUNDERS

Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

F O R T A L E Z A
Estado do Ceará - Brasil
Agosto - 1980

[REDACTED]

Esta Tese foi apresentada como parte dos requisitos necessários a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agrícola, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, em cuja Biblioteca Central encontra-se à disposição dos interessados.

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

[REDACTED]

MOACIR ALENCAR DE ARRUDA

Tese Aprovada Em 05/09/80

[REDACTED]

LUIS CARLOS UCHÔA SAUNDERS - PhD.
- ORIENTADOR -

[REDACTED]

RAIMUNDO PONTES NUNES - PhD.

[REDACTED]

NOISÉS CUSTÓDIO SARAIVA LEÃO - PhD.

[REDACTED]

VIRGÍLIO MARQUES DE LIMA ROCHA - MS

ACRADECIMENTOS

Ao prof^o Dr. Luis Carlos Uchoa Sanders, pela sua de
dicação e orientação constante no desenvolvimento deste trabalho;

Ao prof^o Dr. Moiseis Custódio Saraiva, pela sua de
dicação junto à Coordenação do Curso e pelas sugestões apresenta
das;

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
do Estado do Maranhão (EMATER-MA), pela oportunidade e apoio finan
ceiro recebidos;

Ao Dr. Raimundo Pontes Nunes pela orientação nos
testes estatísticos.

Aos professores e funcionários do Departamento de
Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, pelas orienta
ções e auxílios na realização deste;

Aos amigos Dr. Alvanir Lopes dos Prazeres, Dr. Fran
cisco Soares de Araújo, Dr. Francisco Correia Filho e Dr. José da
Silva Raposo pelo incentivo recebido no decorrer do Curso;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Engenha
ria Agrícola, pela simpatia com que sempre apoiaram os nossos tra
balhos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram pa
ra o êxito do trabalho.

DEDICO

Aos

meus pais

À minha esposa.

e filhas.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	3
MATERIAL E MÉTODO	10
Generalidades	10
Delineamento Experimental	10
Procedimento Experimental	15
RESULTADOS E CONCLUSÕES	20
ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PRODUÇÃO	29
CONCLUSÕES	39
LITERATURA CITADA	41
APÊNDICE	44

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
01	Características Físicas e Químicas do Solo	11
02	Delimitação Experimental	12
03	Características das Variedades de Milho	15
04	Elementos Básicos de Irrigação do Nível I ₀	22
05	Elementos Básicos de Irrigação do Nível I ₁	23
06	Elementos Básicos de Irrigação do Nível I ₂	24
07	Estimativa da Evapotranspiração pelo Método Edáfico.	25
08	Análise de Variância da Produção de Grãos (Kg/ha) Segundo um Esquema Fatorial 3 ³ com confundimento de 2 graus de liberdade da Interação Tripla	30
09	Análise de Variância da Produção de Grãos (Kg/ha) com o Desdobramento dos S. Q. para os Componentes Linear e Quadrático para Os Fatores Irrigação e Adubação	33
10	Médias (Kg/ha) de Variedades (V), Irrigação (I) e adubação (A) nos diferentes Níveis Experimentais Usados	34
11.a	Médias de Variedades (Kg/ha) na Presença de diferentes níveis de irrigação	35

TABELA

Página

11.b	Médias de Irrigação na Presença de Diferente níveis de Fertilização	35
11.c	Médias de Variedades (Kg/ha) na Presença de diferentes Níveis de Adubação	35
12	Análise de Variância para Níveis de Irrigação das Variedades	36
13	Produção de Grãos em (Kg/ha) da Cultura do Milho por tratamento e Repetições do Experimento	44
14.a	Valores Necessários ao Cálculo da Interação (Variedade x Irrigação) sobre a Produção de Grãos	45
14.b	Valores Necessários ao Cálculo da Interação (Variedade x Adubação) Sobre a Produção de Grãos	45
14.c	Valores Necessários ao Cálculo da Interação (Irrigação x Adubação) Sobre a Produção de Grãos	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		Página
01	Esquema Geral do Delimitamento Experimental	13
02	Detalhamento da Parcela	14
03	Curva de Calibração para sifões de plástico flexível de 1,5" de diâmetro e 18 cm de comprimento	17
04	Demonstração de um tensiômetro instalado no solo ..	18
05	Comportamento da Produção em relação aos níveis de Irrigação	32
06	Comportamento da Produção em Relação aos níveis de Adubação	32
07	Comportamento das Variedades em função dos níveis de Irrigação	37
08	Comportamento dos Níveis de Adubação em relação aos Níveis de Irrigação	37
09	Comportamento das Variedades em função dos Níveis de Adubação	37
10	Curva Característica da Água do Solo do Aluvião Eutrófico na Profundidade de 0 - 15 cm	47
11	Curva Característica da Água do Solo do Aluvião Eutrófico na Profundidade de 15 - 30 cm	48
12	Curva Característica da Água do Solo do Aluvião Eutrófico na Profundidade de 30 - 45 cm	49

1- INTRODUÇÃO

A quantidade de água necessária ao desenvolvimento das culturas constitui motivo de pesquisa permanente nas áreas em que se pretende o aumento da produtividade. Esse consumo varia de acordo com as características da própria cultura e com as condições climáticas. O conhecimento prévio destas características nas diferentes regiões agrícolas é básico para o sucesso da implantação de novas culturas, pois a escassez de precipitação ocasiona perdas significativas na produção. A adoção de técnicas de irrigação para corrigir esta deficiência hídrica tem-se tornado fator importante para obtenção de produtividade ótima. Portanto, a irrigação deve evitar o estresse de água em fases críticas do desenvolvimento da cultura, pois sua falta acarreta consequências drásticas e irreversíveis no metabolismo da planta.

Na região Nordeste, onde a precipitação irregular impede com frequência o desenvolvimento normal das culturas, se torna necessário minimizar os riscos inerentes às irregularidades climáticas. Para alcançar este objetivo, precisa-se obter a máxima eficiência no uso dos recursos, especialmente hídrico, e a introdução de espécies e/ou cultivares mais adaptadas e resistentes à seca.

Considerando que o déficit de água em regiões áridas e semi-áridas acarreta prejuízos consideráveis à agricultura, o emprego de níveis de água que avaliam as respostas de resistência à seca pelas várias cultivares de milho poderá constituir a base para obtenção de conhecimentos que permitam o aumento da produtividade, já que essa cultura é das mais prejudicadas pelas estiagens.

O uso da irrigação na cultura do milho, no Nordeste pode se constituir em importante fator na estabilização da produção na região. Para que isso se caracterize em bases racionais são indispensáveis os estudos de consumo de água e manejo da cultura. Isso se justifica tendo em vista a

grande importância da cultura no País e a necessidade inadiável de aumentar a oferta do mercado interno e geração de excedentes exportáveis. Em 1977, a área cultivada foi de 11.797.411 ha e a produção alcançou 19.255.936 de toneladas no valor de 22 bilhões de cruzeiros. A produtividade média do País foi de 1.632 Kg/ha. No Nordeste, o milho é uma cultura tradicional e de grande importância social e econômica. É utilizado na alimentação animal na forma de rações ou in natura e na alimentação humana sob as mais variadas formas. Nas áreas rurais, o milho, juntamente com o feijão, são a base da dieta alimentar de milhões de pessoas.

O sistema de cultivo predominante no Nordeste é o de sequeiro em consórcio com o feijão e algodão. Nessas condições é considerada uma cultura de grandes riscos por ser altamente vulnerável, às estiagens muito comuns na região e que determinam frequentemente frustrações de safras. Com a implantação de sistemas de irrigação, o milho passou a ser cultivado nas grandes bacias irrigadas do Nordeste. Entretanto, dada a falta de uma tecnologia de produção adequada, a cultura não tem condições de competir com as outras mais rentáveis e o seu cultivo é feito quase que exclusivamente para consumo familiar.

A escassez de informações sobre os fatores limitantes da produção e da produtividade do milho em condições de irrigação torna evidente a necessidade de pesquisas visando a geração de conhecimentos que possam ser úteis ao desenvolvimento de sistema de produção de alta rentabilidade. O presente trabalho foi conduzido tendo em vista a avaliação dos insumos: Variedades Fertilizantes e Potencial Matricial da água do solo em seus efeitos principais e interações sobre a produtividade do milho em cultura irrigada.

2- REVISÃO DE LITERATURA

Sob condições naturais, raramente as plantas terrestres deixam de estar submetidas aos efeitos negativos do déficit hídrico, embora em intervalos relativamente curtos. Mesmo nas regiões tropicais, quando sujeitas a grande demanda evaporativa, as plantas podem suportar breves períodos de estresse hídrico. Nas zonas áridas e semi-áridas, a água se apresenta como fator limitante para o processo de crescimento e até mesmo de sobrevivência das plantas.

KRAMER, citado por Coelho, (1971) afirma que a influência da textura do solo no conteúdo de água tem sido muito investigada e é reconhecido que a água disponível varia com a textura, de tal forma que o teor de umidade entre a capacidade de campo e o ponto de murcha aumentam à medida que esta se torna mais fina. No entanto, o aumento do teor de umidade disponível não é constante e os maiores valores são encontrados em solos de textura média. Nos solos de textura fina, geralmente, a um valor elevado da capacidade de campo corresponde um alto valor do ponto de murcha.

REICHARDT (1975) enfatizou que a disponibilidade de água no solo, no atual estágio de conhecimento, depende não somente da textura, mas de uma série de variáveis como: estrutura, fertilidade, condutividade hidráulica, difusibilidade, déficit de saturação, ventos, que são elementos básicos que norteiam a água disponível no solo. O mesmo autor, afirma que a água é a mesma em qualquer posição e tempo dentro do solo, visto que não difere na forma mas sim no seu estado de energia, sendo de grande importância a avaliação das relações de energia da água do solo. Esse estado é representado quantitativamente pelo seu potencial total, que consiste em uma série de componentes tais como: gravitacional, pressão, osmótico e matricial.

Os estudos desenvolvidos por TAYLOR et al (1961), para

avaliar o estado de energia da água do solo consiste em se determinar a umidade existente associada à força de retenção e representar graficamente, através de curvas características da água do solo. A determinação das relações de energia da água do solo, reside no fato de que a resposta das plantas à umidade é estreitamente correlacionado com o trabalho necessário para remover a água do solo, o qual depende de diferenças de potencial ou de energia. Vários autores definiram o que seja potencial da água do solo, que segundo GARDNER, citado por SCARDUA (1972), é o trabalho necessário para mover a unidade de massa (peso ou volume) de água de um ponto do potencial padrão (água livre) para um ponto qualquer considerado.

VEIHMEYER e HERDRICKSON (1955), afirmam que a água do solo é igualmente disponível desde a capacidade de campo ao ponto de murcha permanente, implicando na não alteração das funções biológicas das plantas nesta faixa de umidade do solo, entretanto, varia abruptamente ao ultrapassar a faixa inferior de umidade (pmp.)

Para RICHARDS e WALDLEIGH (1952), o potencial no qual a água disponível se encontra retida no solo tem uma maior importância em limitar o desenvolvimento da planta, que a quantidade total de água disponível no solo, uma vez que o potencial é diretamente relacionado ao trabalho que deve ser realizado pela planta para extrair a água do solo. Esta teoria entra em confronto com a de VEIHMEYER e HERDRICKSON, pois admite que a disponibilidade decresce progressivamente à medida que o potencial da água do solo aumenta negativamente.

DENMEAD e SHOW, citado por REICHARDT (1975), não concordam com os critérios de VEIHMEYER e HERDRICKSON e de RICHARDS e WALDLEIGH, e dividiram o intervalo de água disponível em dois, sendo um de água facilmente disponível e outro de água decrescentemente disponível. Assim, procuraram um ponto crítico entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, como critério adicional para a definição de água disponível. A teoria de DENMEAD e SHOW foi baseada em pesquisas desenvolvidas com a cultura do milho, em experimentos de vaso e

campo sob diferentes condições de irrigação e evaporação, que mostraram: 1) sob condições de evapotranspiração potencial (E_p) de 3 a 4 mm/dia a taxa de evapotranspiração atual (E_a) caiu a baixo da evapotranspiração potencial para valores médios de potencial da água do solo de aproximadamente - 2 atmosferas; 2) para evapotranspiração potencial de 6 a 7 mm/dia a queda da (E_a) verificou-se para um potencial de -0,3 atmosfera; 3) para uma evapotranspiração potencial inferior a 1,5 mm/dia a queda da (E_a) ocorreu somente para potenciais inferiores a -12 atmosferas. Do exposto constata-se que a produção da cultura está estreitamente correlacionada com o potencial da água do solo, e o efeito deste, por conseguinte, está relacionado com as condições atmosféricas.

O conceito de que a água do solo é igualmente disponível entre a capacidade de campo e o ponto de murcha, ou se torna dificilmente disponível antes de chegar a este ponto, tem sido amplamente investigado. Sua importância reside no conhecimento do grau, o qual pode descer a umidade do solo sem que se produza uma diminuição notável no crescimento da planta. REICHARDT (1975), considera que nenhum desses critérios pode ser aplicado como regra geral, devido ao fato de que a resposta da planta depende tanto da natureza do solo, das condições climáticas como da espécie em estudo. Com isso, os resultados dos experimentos que relacionam umidade do solo com crescimento da planta estão limitados às condições em que se tem desenvolvido. Faz-se necessário, portanto, investigar a resposta da planta sob as condições particulares que interessam em cada caso, sendo de grande importância econômica, além do aspecto científico, a determinação desse ponto ótimo.

Diante dessa controvérsia de opiniões a respeito dos valores da energia de retenção nos limites superior e inferior da faixa de disponibilidade, a obtenção da curva característica da água do solo parece ser uma das melhores soluções para avaliar a disponibilidade de água as plantas, pois segundo REICHARDS e WALDEICH, o potencial com que a água disponível é retida no solo, certamente, tem maior influência nas funções

biológicas das plantas do que a quantidade de água disponível.

FORSYTHE et al (1967), considera como fatores fundamentais para a irrigação das culturas o conhecimento da curva característica da água do solo e o potencial mínimo que as plantas cultivadas suportam e apresentam maior produção. MOUGELARD (1967) admite dentre as medidas importantes para conduzir uma irrigação, as características do solo, a capacidade de enraizamento das culturas e as medidas indispensáveis de umidade.

ISRAELSEN e HANSEN (1962) afirmam que: 1) as culturas em período de desenvolvimento necessitam continuamente de água, porém a magnitude de suas necessidades variam com a classe de cultivo, do estágio de desenvolvimento e das condições atmosféricas ; 2) em cada irrigação se armazena na camada do solo correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular da planta, um volume de água suficiente para eliminar o déficit de umidade aí existente, o qual será consumido durante um período de tempo, variável com o uso consuntivo das culturas. Enquanto que KRAMER (1969) postulou que devido à escassez de água e sua reserva disponível limitada, existe uma necessidade crescente de irrigar o mais eficiente possível. Esta situação destaca a possibilidade de se ampliar métodos científicos para decidir quando irrigar e em que quantidades, visto que, grande parte das irrigações se baseiam em métodos empíricos e não nos conhecimentos das relações hídricas entre solo-planta-atmosfera.

DAVIS, citado por MONTEIRO (1974), estudou o efeito sobre o crescimento do milho produzido por diferentes níveis de umidade disponível, encontrou que a velocidade de crescimento era maior nos tratamentos com níveis altos de umidade disponível e que as plantas tinham mais dificuldades em extrair água do solo à medida que a umidade chegava a valores próximos do ponto de murcha. Os tratamentos com conteúdos baixos de umidade tiveram menores rendimentos e que a polinização foi afetada notavelmente.

Os estudos desenvolvidos por ROBIS e DOMINGOS, citados por FERRAZ (1966), concluíram que a cultura do milho suporta

relativamente bem a falta de água nos primeiros estágios, quando, inclusive, tal déficit, força um maior desenvolvimento do sistema radicular. Nos trabalhos constataram que ocorre uma redução de 50% da produção quando um tratamento foi mantido a - 15 atmosferas durante 8 dias, e que o período crítico para a cultura está entre o aparecimento das inflorescências masculina e feminina, pois um atraso no aparecimento do estigma- estilete pode proporcionar perda total ou parcial da polinização.

Os estudos comparativos desenvolvidos por GALVÃO (1973), em Piracicaba (SP) e Viçosa (MG), com o objetivo de avaliar o comportamento das variedades Piranão e Centralmex em relação a dois níveis de irrigação, concluiu que o milho Piranão é um germoplasma excelente e que foi superior em produção à variedade Centralmex, nas condições estudadas.

DAKER (1976) informa que nas duas últimas décadas diversos autores têm demonstrado que a produção cai antes do potencial matricial atingir - 15 atmosferas e determinaram experimentalmente o potencial que as culturas suportam e apresentam ótimo rendimento. Para o milho, certos trabalhos indicam um potencial matricial de - 3 atmosferas para a produção de sementes e grãos e uma faixa de -0,5 a - 1,0 atmosfera para o consumo in natura.

Examinando a ação de diferentes níveis de potenciais no solo sobre a produção do trigo, BERNARDO et al (1970), encontraram maior produção nos tratamentos de -0,5 a - 1,0 atmosfera, os quais não diferiram significativamente entre si. Os outros tratamentos de - 3,0 a -9,0 atmosferas e sem irrigação apresentaram redução sensível da produção. O mesmo autor trabalhando com a cultura do feijão sobre o efeito de três níveis de água no solo, cujos tratamentos consistiram em deixar o solo atingir - 0,5, -0,65 e - 0,75 atmosfera para o reinício das irrigações. O tratamento no qual as plantas foram irrigadas sempre que o potencial da água do solo atingiu - 0,5 atmosfera apresentou maior produção. Observaram também que o tratamento mais úmido foi o mais precoce e que quando o potencial atingiu a - 0,75 atmosfera, as plantas começaram a manifestar sintomas de deficiência de água.

MONGELARD (1969) em investigação conduzida com o objetivo de determinar condições ótimas do solo para o crescimento da cana-de-açúcar, submeteu duas variedades a diferentes potenciais de água no solo: -0,25, -0,75, -3,0 e -9,0 atmosferas e concluiu que o acréscimo do potencial da água no solo acima de -0,25 atmosfera, resultou em um decréscimo na taxa de crescimento da cana. O decréscimo do potencial entre -0,25 e -0,75 atmosfera, não causou efeito prejudicial às variedades mas ambas foram afetadas quando se reduzia de -0,75 a -1,0 atmosfera.

A influência da umidade do solo na evapotranspiração foi estudada por muitos autores, dentre eles SLATIER, citado por CRUCIANI (1972), procedeu um balanço hídrico para a cultura do algodão e verificou declínio progressivo da evapotranspiração à medida que ocorreu decréscimo na umidade do solo e admitiu que apareciam sintomas de deficiência de água na cultura com a redução da taxa de evapotranspiração.

ENGLEMAN e DECKER, citado por CRUCIANI (1976), chegaram à conclusão de que a redução do teor de umidade, abaixo da capacidade de campo, verifica-se um decréscimo na taxa da evapotranspiração de uma cultura de soja. Esses experimentos mostram uma concordância com a teoria proposta por DENMEAD e SHAW, para os quais a relação entre evapotranspiração e a umidade do solo varia com diferentes demandas da evaporação.

Experimentos conduzidos por CAMPBELL et alii e COK et alii, citados por Sousa (1976), determinaram a taxa de umidade ótima indicada para o uso da cana-de-açúcar em projeto de irrigação e mostraram que os valores médios da evapotranspiração na cultura foi de 5,8 mm/dia. THOMPSON, também citado por Sousa (1976), menciona que a quantidade de água perdida por evapotranspiração depende do grau em que a superfície do solo é coberta pela folhagem da cultura. Quando esta é nova, a evaporação é limitada à superfície do solo. Quando, porém, é adulta, e a folhagem cobre completamente o terreno, 90% da transpiração da planta vem da água do solo.

Trabalhando com a cultura do milho e utilizando a irrigação por sulcos, onde a água foi aplicada através de sifões

calibrados, OLIVEIRA (1976), chegou à conclusão de que a cultura necessita de uma lâmina líquida de 445 mm. Esta lâmina foi aplicada em 13 irrigações com um turno de rega variando de 5 a 11 dias, (germinação a colheita), com uma eficiência de irrigação de 42% a 70%.

SOUSA et alii (1978), estudaram através de um delineamento fatorial, os níveis de umidade do solo, adubação e população da cultura do milho e concluíram que: a) O nível de umidade do solo e o nível de adubação proporcionaram aumento da produção ; b) a interação umidade do solo x adubação apresentou ótima produção quando se utilizou 50% da umidade disponível do solo; c) na interação tripla umidade x adubação x densidade não se constatou aumento de produção .

Observando o comportamento da cultura do milho, no Vale do Açu (RN), em regime de irrigação, no período de 1972 a 1974 constatou KOOLE (1976), que a cultura apresenta excelente resposta ao N e K em termos de produção, enquanto o P não apresentou aumento de produção. CARVALHO et alii (1978), desenvolvendo outro trabalho com a mesma variedade, em solos do Vale do São Francisco, constataram que os níveis de adubação NPK proporcionaram aumento de produção da cultura e a fórmula mais representativa é 120 - 80 - 40kg/ha, com 4.200 kg/ha.

MEDEIROS et alii (1973), comprovaram que a cultura do milho é altamente exigente em elementos nutritivos e responde com aumento de produção a pesadas adubações, desde que o nível de outros fatores seja mantido em graus elevados, como mostram os experimentos idealizados pelos mesmos no Rio Grande do Sul.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1-GENERALIDADES

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental do Vale do Curu, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Geograficamente a fazenda fica localizada entre os paralelos $3^{\circ}45'$ e $4^{\circ}00'$ e os meridianos $39^{\circ}15'$ e $39^{\circ}30'$ a Oeste de Greenwich, e situada a uma altitude de 47 m, no Município de Pentecoste, Ceará, Brasil.

De acordo com a classificação climática de Kopen, a Estação Experimental está situada numa região de clima tipo AW', isto é, clima quente e úmido, com chuvas no inverno, e precipitações máximas no outono. A temperatura média do mês mais quente é de $27,9^{\circ}\text{C}$ e do mês mais frio de $25,6^{\circ}\text{C}$. A precipitação média anual da região é de 700 mm, apresentando a média no período de inverno 629 mm e a média de verão 81 mm.

A topografia da área em estudo apresenta relevo plano, com declividade não superior a 2%. O solo é constituído, segundo Coelho (1971), de material originário de sedimentos aluvionais de decomposição recente, sua classificação é de um Aluvial Eutrófico textura indiscriminada, de acordo com o levantamento exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará, elaborado pelo Ministério de Agricultura (1973), e como torrifluentes segundo os critérios da Soil Taxonomy (1975), cujas características físicas e químicas encontram-se na tabela 1.

3.2- DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento obedeceu a um esquema de fatorial do tipo $3 \times 3 \times 3$ com confundimento parcial (2 graus de liberdade) da interação tripla (variedade x adubação x potencial da água do solo), usando-se para isso, o grupo de confundimento W de Yates, (citado por Gomes (1973)), onde se pretende verificar a

LABORATÓRIO DE SOLOS

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE PERFIL

1. Características físicas e químicas do solo: C.C.A.

ENTRETIPO: MOACIR ALBUQUARQUE DE ARRUDA

PERFIL No. _____

DATA: 03/10/73

Profundidade (cm)	HUMIDADE DE UMIDADE		UMIDADE SECA AD AN %			COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA %				ATUAL NATURAL %	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL	CUM DE FLOCULAÇÃO	POROSIDADE NATURAL
	Superfície	Profundidade (cm)	Colúmbia	Cascalha	Terra Fina	Areia Grossa 2-0,2	Areia Fina 0,2-0,075	Sil. 0,075-0,05	Arg. 0,05-0,002				
0-0,5	C ₁	0-15				3,0	60,3	20,3	11,4	11,3	Franco Arenoso	0	49,10%
0,5-1,0	C ₂	15-75				7,8	55,8	23,3	13,1	13,1	Franco Arenoso	0	44,00%
1,0-2,0	C ₃	75-120				2,8	54,6	27,5	15,1	14,5	Franco Arenoso	3,9	45,80%
2,0-3,0	C ₄	120-370				1,7	57,9	36,8	23,6	23,6	Franco	0	39,00%

DENSIDADE		UMIDADE %		ÁGUA VIVEL	pH		CE a 25°C SAT. mhos/cm	Ca Co ₃ EQUIVALENTE %	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	MATÉRIA ORGÂNICA	P ASSIMILAVEL mg/100g	TSS
Aparente	Real	1/3 Atm	15 Atm	%	H ₂ O	KCl								
1,57	2,65	11,6	5,4	6,2	6,60		0,40		0,282	0,028	10	0,49	2,29	2,43
1,58	2,65	12,7	5,5	8,2	7,00		0,26		0,196	0,022	9	0,34	1,67	2,04
1,56	2,65	15,4	6,3	9,1	7,20		0,36		0,222	0,019	11	0,36	2,50	2,18
1,51	2,33	21,8	9,8	12,2	7,40		0,50		0,303	0,026	10	0,52	4,11	17,67

COMPLEXO SCRTIVO me/100 g de Solo								100 S/T V %	688: MACROPOROSIDADE		MICROPOROSIDADE	
C ⁺⁺	M ⁺⁺	K ⁺	N ⁺	S	H ⁺ + H ³⁺	M ⁺⁺	T		%	%	%	%
3,50	2,10	0,00	0,21	6,00	0,65	0,01	3,55	92	11,7		17,4	
4,60	5,20	0,00	0,21	10,30	0,00	0,00	10,50	100	13,4		30,6	
4,10	6,30	0,13	0,16	11,06	0,00	0,00	11,06	100	7,2		38,3	
5,00	7,00	0,15	2,64	14,78	0,00	0,00	14,78	100	5,4		32,3	

maior produtividade das variedades de milho submetidas aos níveis de irrigação e de adubação. A tabela 2 mostra as 27 combinações possíveis, arranjadas em 3 blocos de 9.

Tabela 2. Delimitação Experimental - Grupo de Confundimento W de Yates

Vo Io Ao	VI II A1	V2 I2 A2
Vo Io A1	VI II A0	V2 I2 A1
Vo Io A2	VI II A2	V2 I2 A0
Vo II Ao	VI Io A1	V2 II A2
Vo II A1	VI Io A0	V2 II A1
Vo II A2	VI Io A2	V2 II A0
Vo I2 Ao	VI I2 A1	V2 Io A2
Vo I2 A1	VI I2 A0	V2 Io A1
Vo I2 A2	VI I2 A2	V2 Io A0

V - Variedades; I - Nível de Irrigação; A - Adubação.

Foram usadas duas repetições. O esquema geral do experimento é mostrado na figura 1.

Cada parcela apresentando uma área útil de 24 m² como mostra a figura 2. A simbologia vista na tabela 2 representa:

Vo - Variedade Regional (Comum)

VI - Variedade Centralmex

V2 - Variedade Piranão

Io - Potencial Mátrico = - 0,5 atmosfera

II - Potencial Mátrico = - 2,0 atmosferas

I2 - Potencial Mátrico = - 5,0 atmosferas

Ao - Fórmula de Adubação (00 - 00 - 00)

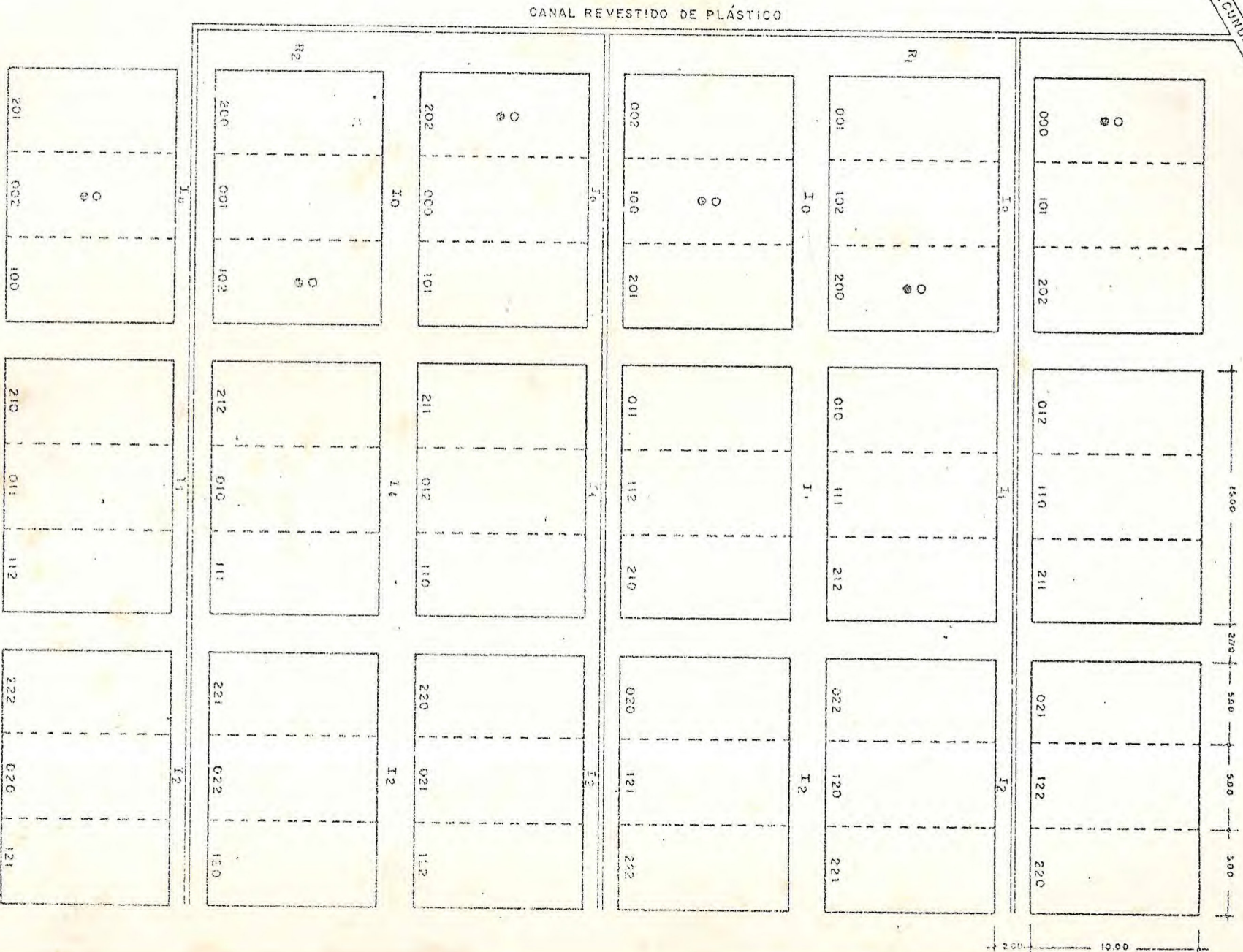
A1 - Fórmula de Adubação (60 - 80 - 40)

A2 - Fórmula de Adubação (120 - 160 - 80)

As variedades de milho Piranão e Centralmex foram procedentes do Banco Germoplasma do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e a de origem regional (comum), proveniente da Fazenda Zanta situada no Município de Aracoiaba - Ceará, cujas características são apresentadas na Tabela 3.

SECUNDARIO

FIGURA 1 : ESQUEMA GERAL DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL



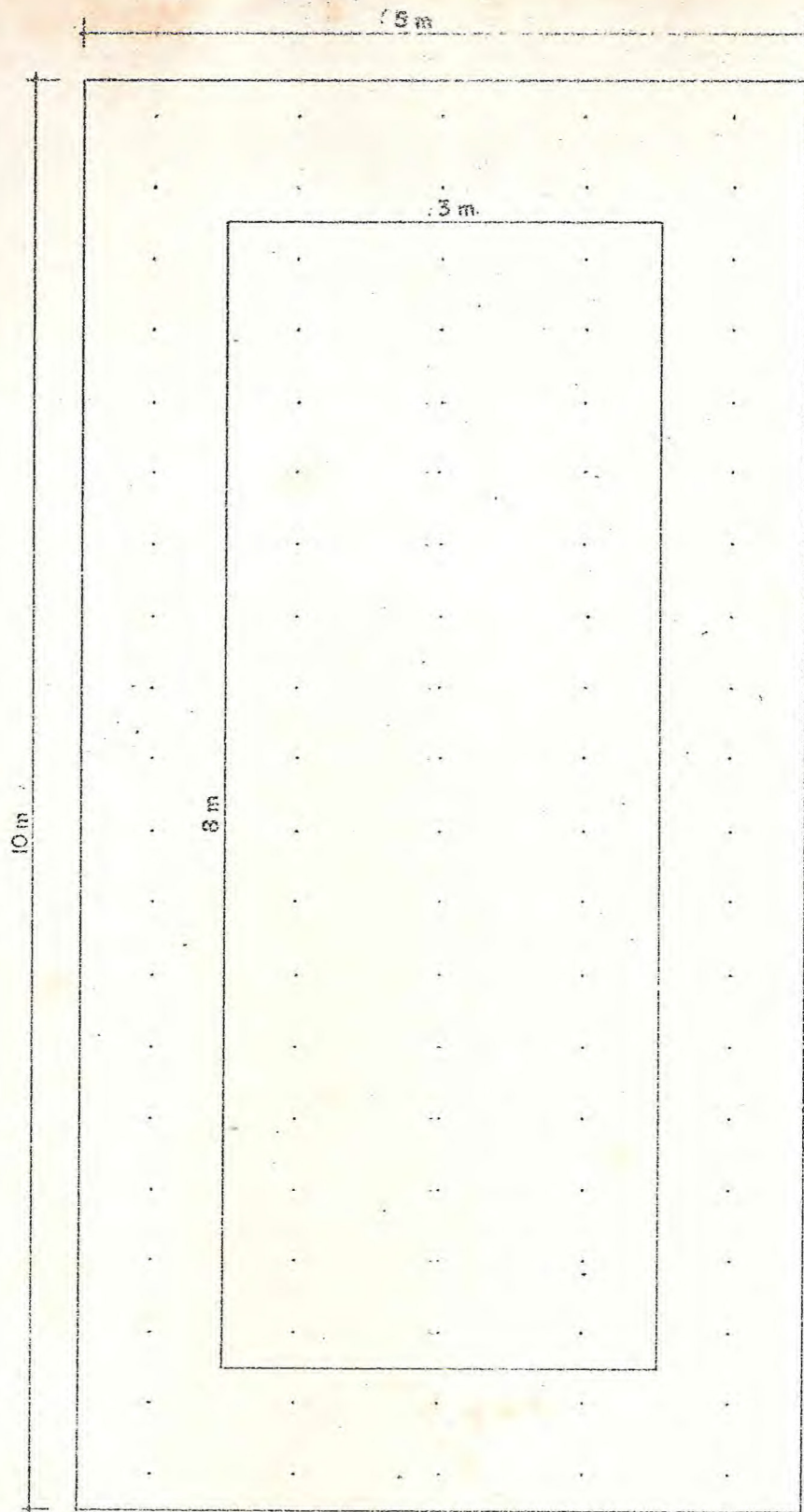


FIGURA 2 - DETALHAMENTO DA PARCELA

ÁREA = 50 m²

ÁREA UTIL. = 24 m²

Nº DE COVAS NA PARCELA = 100

Nº DE COVAS NA ÁREA UTIL. = 48

Tabela 3. Características das Variedades de Milho

	Porte Colmo	Acamamento	Raízes	Grãos
Piranão	baixo grosso	resistente	n/adventícias	largo/grande
Centralmex	alto fino	n/resistente	adventícias	largo /médio
Regional	médio fino	resistente	adventícias	pequenos

O experimento foi instalado no dia 6 de setembro de 1979, com plantio obedecendo ao espaçamento de 1,0 metro entre fileiras de 0,5 metro entre covas, que é o sistema tradicional da região. As covas foram abertas no centro do camalhão, colocando-se em cada uma, 4 sementes. Após esta operação, aplicou-se quatro irrigações leves, com a finalidade de garantir o estande. Em seguida ocorreu a prática do desbaste, deixando duas plantas por cova.

A determinação dos níveis das irrigações foram baseadas na curva característica da água do solo e de determinações de potencial matricial e umidade do solo através de tensiômetros e speedy respectivamente. Esta, por sua vez, possibilitou a identificação das características dos tratamentos de irrigação:

Tratamento I₀: planejado para ser irrigado quando o conteúdo de água do solo atingir a um valor de $0,170 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, o que corresponde a um potencial matricial mínimo de $-0,5$ atmosferas.

Tratamento I₁: planejado para ser irrigado quando o conteúdo de água do solo atingir a um valor de $0,120 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, o que corresponde a um potencial matricial mínimo de $-2,0$ atmosferas.

Tratamento I₂: planejado para ser irrigado quando o conteúdo de água do solo atingir a um valor de $0,098 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, o que corresponde a um potencial matricial mínimo de $-5,0$ atmosferas.

3.3- PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Selecionada a área para instalação do campo experimental, o terreno recebeu uma sistematização de modo a proporcionar uma declividade nula e facilitar a abertura dos sulcos. O método de irrigação adotado foi o de sulco em nível, espaçados de um metro, com extensão de 10 metros e profundidade de 30 cm.

A água para irrigação procedia do Açude General Sampaio através da barragem de derivação da Serrota, que alimenta o canal principal P1, cuja capacidade é de 1500 l/s. Deste canal a água é conduzida para o secundário S1, com 120 l/s, que domina grande parte da área irrigável da Fazenda Experimental. Do S1 a água era sifonada para um canal terciário, construído de terra e revestido de plástico, com capacidade superior a 40 l/s. A área do experimento era dominada através de três canais equalizadores, também revestidos de plásticos; que faziam distribuição da água nos sulcos de cada parcela, através de sifões de plástico com diâmetro de 1,5" e comprimento de 1,8 metro.

Para o controle da vazão, instalou-se no canal secundário uma retenção que possibilitasse uma variação mínima da carga e, conseqüentemente, uma mínima variação da vazão. A determinação da vazão dos sifões era obtida a partir da medida da carga hidráulica nos canais equalizadores. Com esta medida e a curva de vazão (fig. 3), determinada no local, obtinha-se então a vazão do momento.

O reinício das irrigações em I₀, correspondente a - 0,5 atmosfera, foi calculada em função dos valores do potencial mátrico, obtida das leituras dos tensiômetros e da curva característica da água do solo (apêndice) construída por Saunders (1979). Na determinação deste potencial mínimo correspondente ao tratamento I₀ instalaram-se 12 tensiômetros com manômetro de mercúrio, sendo seis a 15 cm e seis a 45 cm de profundidade, distribuídos nas parcelas, conforme mostra a fig. 1. Os manômetros de mercúrio foram condicionados em cubas distintas, a 20 cm de superfície do solo (fig.4), e o potencial matricial calculado pela equação:

$$\phi = -12,6h_{hg} + hc + hz$$

onde: ϕ = Potencial matricial

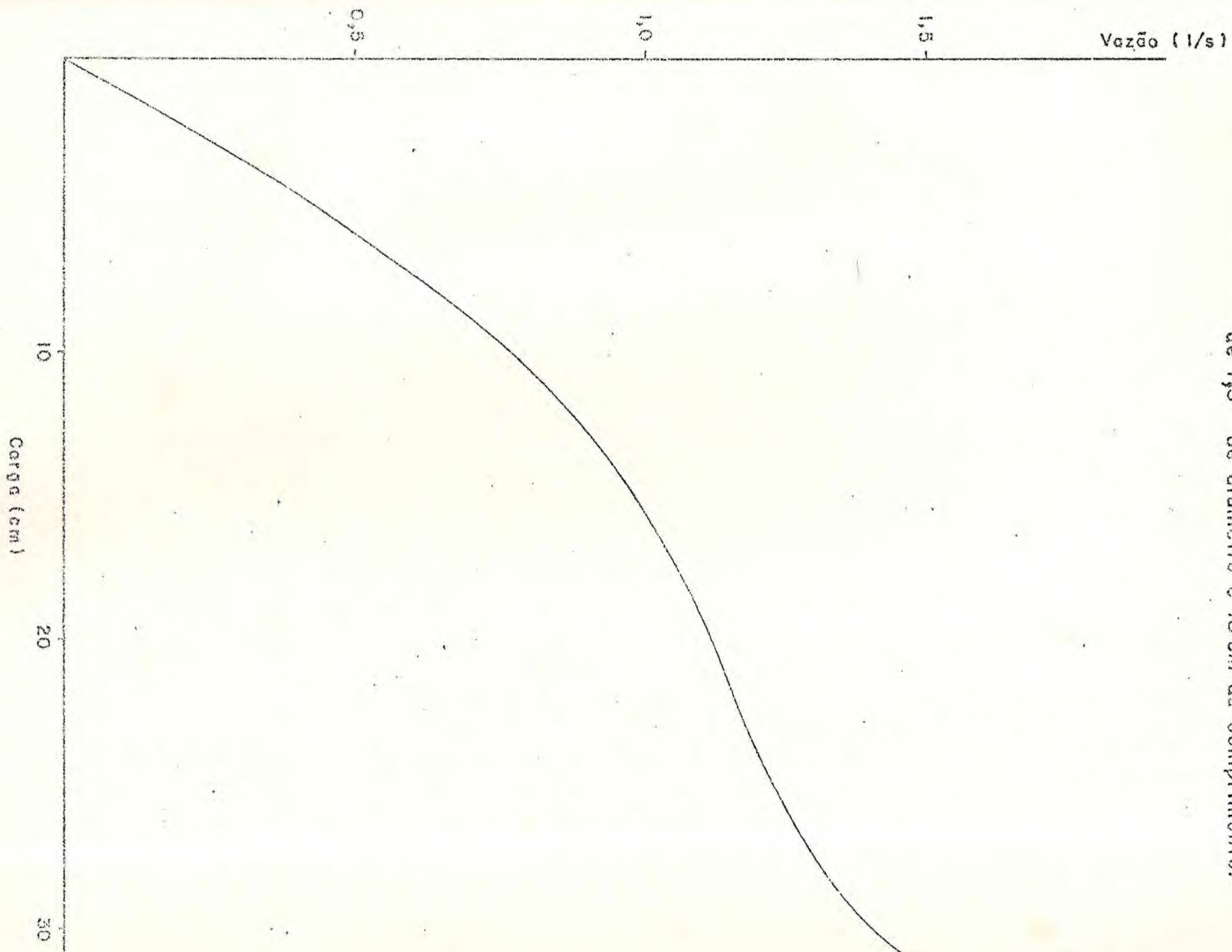
h_{hg} = altura da coluna de mercúrio

hc = altura da cuba de vidro

hz = profundidade do tensiômetro.

Enquanto que os tratamentos I1 e I2 correspondentes a -2,0 e - 5,0

GRÁFICO 1: Curva de calibração para sifões de plástico flexível de 1,5" de diâmetro e 18 cm de comprimento.



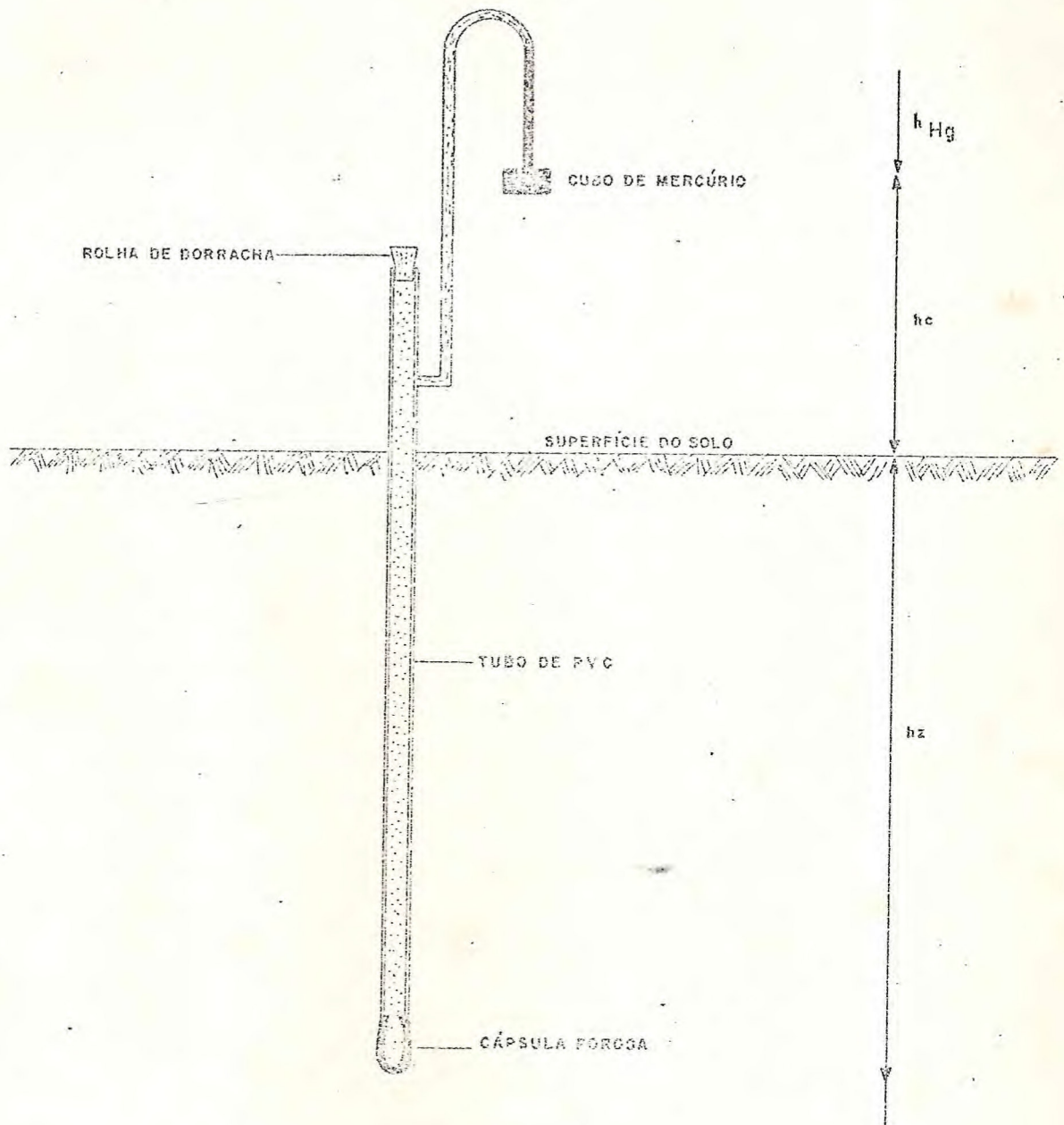


FIGURA 3

Corte longitudinal de um tensiômetro instalado no solo, onde h_{Hg} - altura da coluna de mercúrio; h_c = distância do nível de mercúrio no cubo à superfície do solo e h_z = profundidade de instalação.

atmosferas foram realizados também pela curva característica e pelo testador de umidade, "Speedy", fabricado pela Thos Ashworth & Co. Ltda. que determina diretamente a umidade do solo, fornecendo a porcentagem de água na base do peso úmido da amostra a qual foi transformada em porcentagem de peso seco e, posteriormente em conteúdo de água em volume.

Na ocasião do plantio, realizou-se a adubação de fundação, representada por 1/3 do nitrogênio total e os demais nutrientes. Após 40 dias, aplicou-se em cobertura o restante do nitrogênio. As fórmulas da adubação A0, A1 e A2, sendo a primeira, sem adubação e as demais (60-80-40) e (120-160-80), onde o nível A1 recebeu 33,4 gramas por cova na fundação e 5 gramas em cobertura enquanto que o nível A2, 66,8 gramas por cova e 10 gramas por cobertura. Os elementos (nitrogênio, fósforo e potássio) foram aplicados nas formas de sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Com relação ao aspecto sanitário da cultura, feita em inspeções em cada parcela, verificou-se haver no período inicial de desenvolvimento, embora em escala reduzida, um ataque de lagarta Elasmopalpus lignosellus, Zeller e do Curuquerê do milho: - Laphygma frugiperda, Sm. & abb., que foram combatidas com Carvin - M 85 na proporção de 30 ml para 20 litros de água. Posteriormente, na frutificação, constatou-se principalmente nas folhas apicais e na inflorescência masculina, ocorrência generalizada do Pulgão do milho - Rhopalosiphum maidis Fit., cujo combate com Diazinon, na proporção de 25 ml para 20 litros de água foi suficiente. No ciclo da cultura realizaram-se sete aplicações com defensivos a intervalos de aproximadamente 12 dias, sendo as 5 primeiras com Carvin e as demais com Diazinon, aplicados com pulverizador manual do tipo costal.

As capinas ocorreram de acordo com a infestação de ervas daninhas, sendo feita uma na ocasião do desbaste e outra no período inicial da frutificação. Esta operação foi executada manualmente para manter o sulco sempre em ótimas condições de operacionalidade.

4 - RESULTADOS E CONCLUSÕES

A cultura se desenvolveu durante 120 dias, desde o plantio até a colheita, onde cada tratamento recebeu diferentes quantidades de água cujos valores se encontram nas tabelas 4, 5 e 6. Nestas tabelas, constatou-se que não ocorreram precipitações, o que proporcionou a manutenção de valores máximo e mínimo do potencial matricial pré-estabelecidos, não se perturbando os efeitos dos tratamentos controlados. Por conseguinte, vale salientar, todas as parcelas receberam a mesma quantidade de água desde o plantio até o 159 dia, para garantir o estande da cultura. Partindo-se dessa demanda de água, durante o ciclo da planta, para os diversos níveis, estimou-se a quantidade de água para a produção de um hectare de milho irrigado, nas condições de solo e clima em que se desenvolveu a cultura. Vale dizer que o consumo estimado, não se refere à evapotranspiração, mas à quantidade de água que foi aplicada durante todo o ciclo da cultura.

O nível de irrigação I_0 , apresentado na tabela 4, cujo nível mínimo de umidade é de $0,170 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, caracteriza um estado de energia da água do solo correspondente a um potencial matricial de $-0,5$ atmosferas, o qual representa um consumo de 723 mm de altura de água durante o ciclo da cultura. Este tratamento recebeu 5 irrigações controladas para atender à reposição de umidade do solo, à capacidade de campo ($\theta_m = -0,1$ atmosferas) resultando um turno médio de rega de 14 dias e uma dotação diária de 8,7 mm durante o ciclo da cultura.

O nível de irrigação I_1 , apresentado na tabela 5, cujo nível mínimo de umidade é de $0,120 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, caracteriza um estado de energia da água do solo correspondente a um potencial matricial de $-2,0$ atmosferas o qual apresentou um consumo de 674 mm de altura de água no ciclo da cultura. Este tratamento recebeu 4 irrigações controladas para atender a reposição da umidade do solo, à capacidade de campo ($\theta_m = -0,1$ atmosferas) resultando em um turno médio de rega de 19 dias e uma dotação diária de 7,6 mm durante o ciclo da cultura.

O nível de irrigação I_2 , apresentado na tabela 6 cujo nível mínimo de umidade é de $0,078 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, caracteriza um estado de energia da água do solo correspondente a um potencial matricial de $-5,0$ atmosferas

feras, o qual apresentou um consumo de 554 mm de altura de água durante o ciclo da cultura. Este tratamento recebeu 3 irrigações controladas para atender à reposição de umidade do solo à capacidade de campo ($\psi_m = -0,1$ atmosfera), resultando em um turno médio de rega de 24 dias e uma dotação diária de 6,6 mm durante o ciclo da cultura.

As tabelas 4, 5 e 6 permitiram um estudo comparativo dos resultados obtidos com os três tratamentos. Verificou-se que o tratamento I₀ apresentou um valor de dotação d'água maior que o tratamento I₁ e este maior que I₂. Considerando que estes resultados apresentam uma possibilidade mínima de erro, pode-se então afirmar que esta maior dotação do tratamento I₀ deve-se ao fato de um maior consumo d'água pela cultura, desde uma vez que o estado de energia da água no solo era mais favorável. Isto porque o estado de energia da água de $-0,1$ a $-0,5$ atmosfera na faixa de água facilmente disponível como mostram as teorias de RICHARDS e WALDLEIGH e de DENMEAD e SHAW, em relação às faixas de água disponível dos outros dois tratamentos. Nestas circunstâncias, admite-se a possibilidade da taxa de transpiração das plantas ser suprida pela taxa de absorção de água do solo pelas raízes, mesmo nos períodos de condições climáticas mais adversos. Seguindo a mesma linha de raciocínio também se justifica uma maior dotação do tratamento I₁ em relação a I₂. Isto permite inferir que o tratamento I₀ praticamente permitiu à cultura uma evapotranspiração potencial, enquanto os outros I₁ e I₂ uma evapotranspiração real.

Nas condições em que se desenvolveu o trabalho, o reinício das irrigações foi facilmente definido, uma vez que as variações de umidade do solo foram determinadas através de um grande número de medidas feitas com o auxílio de tensiômetros e do testador de umidade "Speedy", durante o ciclo da cultura, como mostra a tabela 7.

Comparando os resultados médios das tabelas 4 e 7 no que concerne a dotação d'água do primeiro e a evapotranspiração do segundo, constata-se que estes resultados estão praticamente iguais 8,7 e 8,5 mm/dia. É importante ressaltar que tais resultados confeririam ao método de irrigação empregado numa eficiência de quase 100%. Entretanto, convém observar que os valores da evapotranspiração foram calculados sem levar em consideração a percolação profunda.

TABELA 4: ELEMENTOS BÁSICOS DE IRRIGAÇÃO DO NÍVEL I.

DATA	H(CM)	$\theta \int \pi M$ (CM ³ .CM ⁻³)	$\theta \int m m$ (CM ³ .CM ⁻³)	DOSE DE REGA			TEMPO MIN	TURNO DE REGA	FREQUÊNCIA	DOTAÇÃO MM/DIA
				MM	M ³ /HA	L/P				
05.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1,200	3,3	-	1	-
10.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	5	2	4,8
14.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	4	3	6,0
19.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	5	4	4,8
02.10.79	0-30	0,365	0,129	71	710	3,550	-	-	-	-
	30-50	0,450	0,206	49	490	2,450	-	-	-	-
	0-50	-	-	120	1.200	6.000	11,1	13	5	9,2
16.10.79	0-30	0,365	0,124	72	720	3,600	-	-	-	-
	30-50	0,450	0,181	54	540	2,700	-	-	-	-
	0-50	-	-	126	1.260	6.300	11,6	14	6	9,0
27.10.79	0-30	0,365	0,156	63	630	3,150	-	-	-	-
	30-50	0,450	0,216	47	470	2,350	-	-	-	-
	0-50	-	-	110	1.100	5.500	10,1	11	7	10,0
15.11.79	0-30	0,365	0,098	80	800	4,000	-	-	-	-
	30-50	0,450	0,146	60	600	3,000	-	-	-	-
	0-50	-	-	140	1,400	7,000	13,0	18	8	7,8
01.12.79	0-30	0,365	0,129	70	700	3,500	-	-	-	-
	30-50	0,450	0,144	61	610	3,050	-	-	-	-
	0-50	-	-	131	1,310	6,550	11,6	17	9	7,7
				723	7.230	36,150				8,7

TABELA 5: ELEMENTOS BÁSICOS DE IRRIGAÇÃO DO NÍVEL 11.

DATA	H (CM)	$\theta \int_0^m M$ (CM ³ .CM ⁻³)	$\theta \int_0^m m$ (CM ³ .CM ⁻³)	DOSE DE REGA			TEMPO MIN	TURNO DE REGA	FREQUÊNCIA	TODAÇÃO MM/DIA
				MM	M ³ /HA	L/P				
05.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	-	1	-
10.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	5	2	4,8
14.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	4	3	6,0
19.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	5	4	4,8
05.10.79	0-30	0,365	0,096	81	810	4.050	-	-	-	-
	30-50	0,450	0,103	69	690	3.450	-	-	-	-
	0-50	-	-	150	1.500	7.500	13,8	16	5	9,4
25.10.79	0-30	0,365	0,113	75	750	3.750	-	-	-	-
	30-50	0,450	0,159	58	580	2.900	-	-	-	-
	0-50	-	-	133	1.330	6.650	12,3	20	6	6,7
16.11.79	0-30	0,365	0,039	83	830	4.150	-	-	-	-
	30-50	0,450	0,085	60	600	3.000	-	-	-	-
	0-50	-	-	143	1.430	7.150	13,3	22	7	6,5
05.12.79	0-30	0,365	0,085	84	840	4.200	-	-	-	-
	30-50	0,450	0,108	68	680	3.400	-	-	-	-
	0-50	-	-	152	1.520	7.600	14,3	19	8	8,0
				674	6.740	33.700				7,6

TABELA 6: ELEMENTOS BÁSICOS DE IRRIGAÇÃO NO NÍVEL I₂.

DATA	R(CM)	$\theta \delta \text{ m M}$ ($\text{CM}^3 \cdot \text{CM}^{-3}$)	$\theta \delta \text{ m m}$ ($\text{CM}^3 \cdot \text{CM}^{-3}$)				TEMPO MIN	TURNO DE REGA	FREQUÊNCIA	DOTAÇÃO MM/DIA	
				MM	M ³ /HA	L/P					
05.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	-	1	-	
10.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	5	2	4,8	
14.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	4	3	6,0	
19.09.79	0-20	0,365	0,240	24	240	1.200	3,3	5	4	4,8	
08.10.79	0-30	0,365	0,083	85	850	4.250	-	-	-	-	
	30-50	0,450	0,086	73	730	3.650	-	-	-	-	
	0-50	-	-	158	1.580	7.900	14,6	19	5	8,3	
03.11.79	0-30	0,365	0,096	80	800	4.000	-	-	-	-	
	30-50	0,450	0,122	65	650	3.250	-	-	-	-	
	0-50	-	-	145	1.450	7.250	13,6	26	6	5,6	
29.11.79	0-30	0,365	0,081	85	850	4.250	-	-	-	-	
	30-50	0,450	0,101	70	700	3.500	-	-	-	-	
	0-50	-	-	155	1.550	7.750	14,3	26	7	6,0	
				554	5.540	27.700					6,6

TABELA 7: ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO PELO MÉTODO EDÁFICO DO TRATAMENTO I_o.

DATA	TEMPO	- § m 15 m			L		- § m 40 cm			L	TOTAL	Ln-1-ln	ETP/DIA
		15 cm	15 cm	CM ³ .CM ⁻³	15-30 CM	40 CM	40 CM	40 CM	CM ³ .CM ⁻³				
25.09.79	0	14,9	152,7	0,278	83,4	10,3	69,7	0,156	91,2	174,6	-	-	
26.09.79	1	17,3	183,0	0,243	72,9	12,0	91,2	0,428	85,5	158,5	16,1	8,0	
27.09.79	2	19,5	210,0	0,230	69,0	12,7	100,0	0,415	83,0	152,0	6,5	6,5	
29.09.79	4	23,0	254,8	0,208	62,4	13,2	106,4	0,404	80,8	143,2	8,8	4,4	
30.09.79	5	28,0	317,8	0,186	55,8	14,8	126,5	0,378	75,6	131,4	11,8	11,3	
01.10.79	6	34,5	399,7	0,173	51,9	16,2	144,2	0,355	71,0	122,9	8,5	8,5	
05.10.79	10	8,7	74,6	0,380	114,0	7,5	34,5	0,486	97,2	211,1	-	-	
06.10.79	11	9,6	85,9	0,366	109,8	8,0	40,8	0,480	96,0	205,8	6,1	6,1	
07.10.79	12	10,4	96,0	0,340	102,0	9,2	56,0	0,472	94,4	196,4	9,4	9,4	
08.10.79	13	14,4	146,4	0,285	85,5	10,4	71,0	0,454	90,8	176,3	20,1	20,1	
09.10.79	14	19,5	210,0	0,230	69,0	11,5	84,9	0,435	87,0	156,0	20,3	20,3	
10.10.79	15	22,5	248,5	0,212	63,6	12,4	96,2	0,420	84,0	147,6	8,4	8,4	
11.10.79	16	33,9	392,1	0,178	55,4	13,3	107,9	0,402	81,4	136,8	10,8	10,8	
12.10.79	17	38,0	443,8	0,168	50,4	14,3	120,2	0,386	77,2	127,6	9,2	9,2	
13.10.79	18	41,0	481,6	0,165	49,5	15,5	135,4	0,365	73,0	122,5	5,1	5,1	
14.10.79	19	44,3	523,2	0,160	48,0	16,2	144,2	0,352	70,4	118,4	4,1	4,1	
15.10.79	20	47,0	557,2	0,156	46,8	17,0	154,2	0,340	68,0	114,8	3,6	3,6	
19.10.79	24	8,2	68,3	0,390	117,0	7,3	32,0	0,490	98,0	215,0	-	-	
20.10.79	25	8,7	24,6	0,378	113,4	7,8	38,3	0,482	96,2	209,6	5,1	5,1	
21.10.79	26	9,6	85,9	0,366	109,8	8,7	149,6	0,475	95,0	204,8	4,8	4,8	

CONTINUAÇÃO DA TABELA 7.

DATA	TEMPO \bar{X}	\bar{X} 15 CM	$-\frac{q}{m}$ 15 cm	θ 15 m	L	$-\frac{q}{m}$ 40 CM	θ 40 cm	L	TOTAL	Ln-1-ln	ETP/DIA	
			$\text{CM}^3 \cdot \text{CM}^{-3}$	$\text{CM}^3 \cdot \text{CM}^{-3}$	15-30 CM \bar{X} 40 CM	40 CM	$\text{CM}^3 \cdot \text{CM}^{-3}$	40 CM				
22.10.79	27	12,3	120,0	0,320	96,0	10,4	71,0	0,470	94,0	190,0	14,0	14,0
23.10.79	28	16,8	176,7	0,255	76,5	11,5	84,9	0,436	87,2	163,7	26,3	26,3
24.10.79	29	20,8	227,0	0,222	56,6	12,4	96,2	0,420	84,0	130,6	13,1	13,1
25.10.79	30	24,0	267,4	0,202	60,6	13,6	111,2	0,396	79,2	139,8	10,8	10,8
26.10.79	31	32,0	368,2	0,178	53,4	15,3	132,8	0,382	76,4	129,8	10,0	10,0
27.10.79	32	45,1	533,2	0,162	48,6	16,3	145,3	0,355	71,0	119,6	10,2	10,2
30.10.79	35	9,4	83,4	0,370	111,0	7,1	29,4	0,492	98,4	209,4	-	-
01.11.79	37	10,5	97,3	0,348	104,4	8,6	48,4	0,478	95,6	200,0	9,4	9,4
02.11.79	38	11,3	107,3	0,336	100,8	9,4	58,4	0,469	93,8	194,6	5,4	5,4
03.11.79	39	13,8	138,8	0,290	87,0	9,7	62,2	0,467	93,4	180,4	14,2	14,2
04.11.79	40	17,6	186,7	0,245	73,5	10,6	73,6	0,450	90,0	163,5	16,9	16,9
05.11.79	41	20,5	223,3	0,224	67,2	11,3	82,4	0,440	88,0	155,2	8,3	8,3
06.11.79	42	25,0	280,0	0,198	59,4	12,6	98,7	0,418	83,6	143,0	12,2	12,2
07.11.79	43	27,6	312,7	0,188	56,4	16,0	141,6	0,358	77,6	134,0	9,0	9,0
08.11.79	44	29,3	334,1	0,184	55,2	17,0	154,2	0,350	70,0	121,2	8,8	8,8
09.11.79	45	31,1	356,8	0,178	53,4	17,9	165,5	0,328	65,6	119,0	6,2	6,2
10.11.79	46	33,0	380,8	0,173	51,9	18,6	174,4	0,318	63,6	115,5	3,5	3,5
11.11.79	47	35,8	416,0	0,170	51,0	19,6	186,9	0,308	61,6	112,6	2,9	2,9
12.11.79	48	38,8	453,8	0,167	50,1	19,7	188,2	0,304	60,8	110,9	1,7	1,7
13.11.79	49	46,0	544,6	0,160	48,0	21,7	213,4	0,285	57,0	105,0	5,9	5,9

CONTINUAÇÃO DA TABELA 7.

DATA	TEMPO	\bar{X} 15 CM	$-\delta$ m 15 cm	θ 15 m $\text{CM}^3 \cdot \text{CM}^{-3}$	L 15-30 CM	\bar{X} 40 CM	$-\delta$ m 40 CM	θ 40 cm $\text{CM}^3 \cdot \text{CM}^{-3}$	L 40 CM	TOTAL	$\ln-1-\ln$	ETP/DIA
14.11.79	50	52,0	587,0	0,156	46,8	23,6	237,4	0,274	54,8	101,6	3,4	3,4
20.11.79	56	10,9	102,3	0,344	102,2	8,3	44,6	0,480	96,0	199,2	-	-
21.11.79	57	12,6	123,7	0,316	94,8	9,2	55,9	0,468	93,6	188,4	10,8	10,8
22.11.79	58	13,1	130,0	0,310	93,0	10,1	67,2	0,460	92,0	185,0	3,4	3,4
23.11.79	59	14,4	146,4	0,282	84,6	10,8	76,0	0,448	89,6	174,2	10,8	10,8
24.11.79	60	17,1	180,4	0,250	75,0	11,6	88,6	0,430	86,0	161,0	13,2	13,2
25.11.79	61	20,5	223,3	0,224	67,2	12,1	92,5	0,426	85,2	152,4	8,6	8,6
26.11.79	62	23,5	261,1	0,205	61,5	13,2	106,3	0,404	80,8	142,3	10,1	10,1
27.11.79	63	24,9	291,3	0,194	58,2	14,1	117,6	0,390	78,0	136,2	6,1	6,1
28.11.79	64	27,8	315,2	0,186	55,8	15,3	132,8	0,368	73,6	129,4	6,8	6,8
29.11.79	65	29,4	335,4	0,182	54,6	18,3	170,6	0,325	65,0	119,0	9,8	9,8
30.11.79	66	35,2	409,0	0,174	52,2	19,8	189,5	0,304	60,8	113,0	6,6	6,6
03.12.79	69	7,9	64,5	0,395	118,5	8,3	45,6	0,476	95,2	253,7	-	-
04.12.79	70	9,1	79,6	0,376	112,8	9,2	56,0	0,470	94,0	206,8	6,9	6,9
05.12.79	71	9,7	87,2	0,364	109,2	10,0	66,0	0,460	92,0	201,2	5,8	5,8
06.12.79	72	11,2	106,2	0,338	101,4	11,7	87,4	0,432	86,4	187,8	13,4	13,4
07.12.79	73	12,3	120,0	0,320	96,0	12,8	101,3	0,398	79,6	175,6	12,2	12,2
08.12.79	74	14,3	145,2	0,285	85,5	14,6	124,0	0,382	76,4	161,9	13,7	13,7
09.12.79	75	16,3	170,4	0,260	78,0	16,0	141,6	0,358	71,6	149,6	12,3	12,3

CONTINUAÇÃO DA TABELA 7.

DATA	TEMPO	\bar{X} 15 cm	- \$ m @ 15 m 15 cm $CM^3 \cdot CM^{-3}$	L 15-30 CM	\bar{X} 40 CM	- \$ m @ 40 cm 40 CM $CM^3 \cdot CM^{-3}$	L 40 CM	TOTAL	Ln.1-ln	ETP/DIA		
11.12.79	77	19,2	207,0	0,234	70,2	17,5	160,5	0,335	67,0	137,2	12,4	12,4
12.12.79	78	20,8	227,0	0,222	66,6	19,0	180,0	0,314	62,8	129,4	7,8	7,8
13.12.79	79	24,2	270,0	0,201	60,3	20,1	193,01	0,300	60,0	120,3	9,1	9,1
14.12.79	80	27,1	306,4	0,180	54,0	21,5	210,0	0,290	58,0	112,0	8,3	8,3
15.12.79	81	34,0	393,4	0,174	52,2	28,4	298,0	0,270	56,0	108,2	3,8	3,8

REICHARDT et alii (1978), têm-se dedicado ao método do balanço hídrico visando determinar a evapotranspiração, considerando a percolação profunda, constata-se que:

Para o trabalho de REICHARDT et alii (1978), que encontraram um valor médio de 4,1 mm/dia, conclui-se que a percolação contribuiu em 51 % para a depleção do solo; enquanto que para o trabalho de CASTRO (1979), o valor da percolação reduziu-se para 44 %, pois a evapotranspiração média foi de 4,7 mm/dia. Estes valores de percolação profunda, obtidos por comparação estão bastante coerentes com os trabalhos de CRUCIANI e PEREIRA que obtiveram os valores de 58 % para a cultura da cana-de-açúcar e 35 % para a cultura do café, respectivamente.

Do exposto verifica-se a necessidade de se determinar com precisão, o valor da percolação profunda, com o intuito de se obter com uma boa margem de segurança para o cálculo da evapotranspiração, por ser este um parâmetro de fundamental importância para a irrigação, pois presta-se para se definir o consumo d'água a ser aplicada no solo para as culturas.

4.1 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PRODUÇÃO

Em cada parcela havia cinco fileiras de plantas das quais foram colhidas apenas as do centro, eliminando-se as laterais, consideradas bordaduras. Na parcela existia um total de 100 covas e quando se eliminou as bordaduras a produção em Kg/ha ficou restrita a 48 covas, que foi analisada estatisticamente, conforme mostra a tabela 8 da análise de variância, cujos cálculos encontram-se no apêndice.

Tabela 8 : Análise da variância da produção de grãos (Kg/ha), segundo um esquema fatorial 3^3 com confundimento de 2 graus de liberdade da interação tripla.

ANVA	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Variedades (V)	2	6.897.230,6	3.448.615,30	15,24 **
Irrigação (I)	2	6.223.827,7	3.111.936,35	13,75 **
Adubação (A)	2	19.755.785,5	9.877.892,75	43,65 **
V x I	4	2.536.120,0	634.030,50	2,80 *
V x A	4	519.628,2	129.907,05	0,75 ns
I x A	4	1.988.854,8	497.213,70	2,20 ns
V x I x A	6	2.558.035,7	426.339,28	1,88 ns
Tratamentos	24	40.479.229,5	-	-
Blocos	5	2.761.181,2	552.236,24	2,44 ns
Resíduo	24	5.431.364,4	226.306,85	-
Total	53	48.672.075,10	-	-

Com base nos resultados na análise de variância apresentada na tabela 8, verifica-se os efeitos de variedades, potenciais de água do solo e dos níveis de adubação apresentaram-se significativos a 0,01 de probabilidades, de onde se pode concluir que a produtividade das variedades foi condicionada ao estado de energia da água do solo, ou seja, aos diferentes potenciais matriciais a que foram submetidas. De acordo com a mesma tabela de análise de variância, os blocos e as interações (Variedades x adubação, Irrigação x Adubação) não apresentam resultados significativos.

Sendo a irrigação e a adubação fatores quantitativos, torna-se conveniente fazer o desdobramento dos 2 graus de liberdade e respectivas somas de quadrados correspondentes a esses fatores nos seus componentes linear e quadrático. Essa análise é apresentada na tabela 9, onde se verifica, para a interação, que somente o componente linear é significativo. Uma análise das médias na tabela 10 mostra que as produções decrescem linearmente a partir do nível de irrigação I₀ para I₂. Isso pode ser me

lhor visualizado através da figura 5. Desse modo, em pesquisas futuras, seria recomendável aumentar as diferenças entre as lâminas de irrigação, de modo a tornar possível uma produção máxima.

No que respeita a adubação, a tabela 9 mostra significância para os efeitos linear e quadrático, aos níveis de 0,01 e 0,05 de probabilidade. Uma análise das médias do fator adubação na tabela 10 mostra que o aumento da produção devido ao nível A1 de adubação com relação ao nível A0 (ausência de adubação) foi bem maior que o verificado quando se passou do nível de adubação A1 para o nível A2, o que explica a significância para o componente quadrático. Possivelmente, a adubação para a máxima produção teria sido alcançada se houvesse sido experimentado mais um nível com dose mais elevada. Seria recomendável, em pesquisas futuras, usar mais níveis de adubação para se estimar o nível de adubação com um bom grau de confiabilidade. Figura 5.

GRÁFICO 2 : Comportamento da produção em relação aos níveis de irrigação. (referência quadro 10)

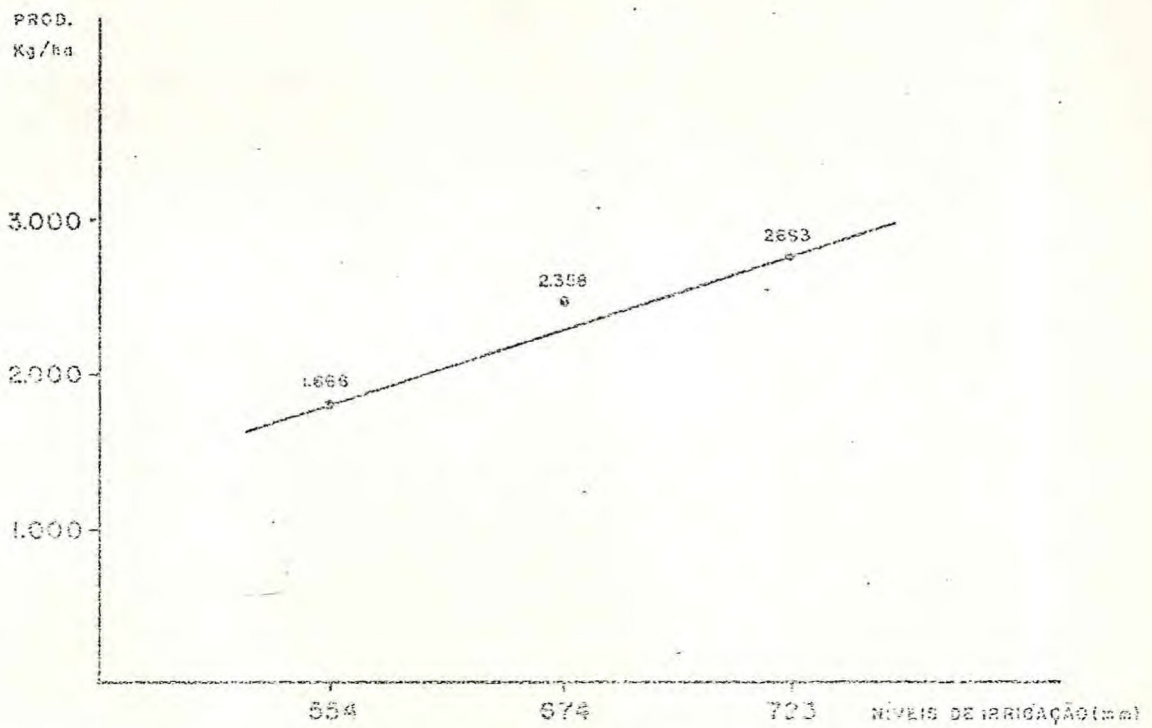


GRÁFICO 3 : Comportamento da produção em relação aos níveis de adubação. (referência quadro 10)

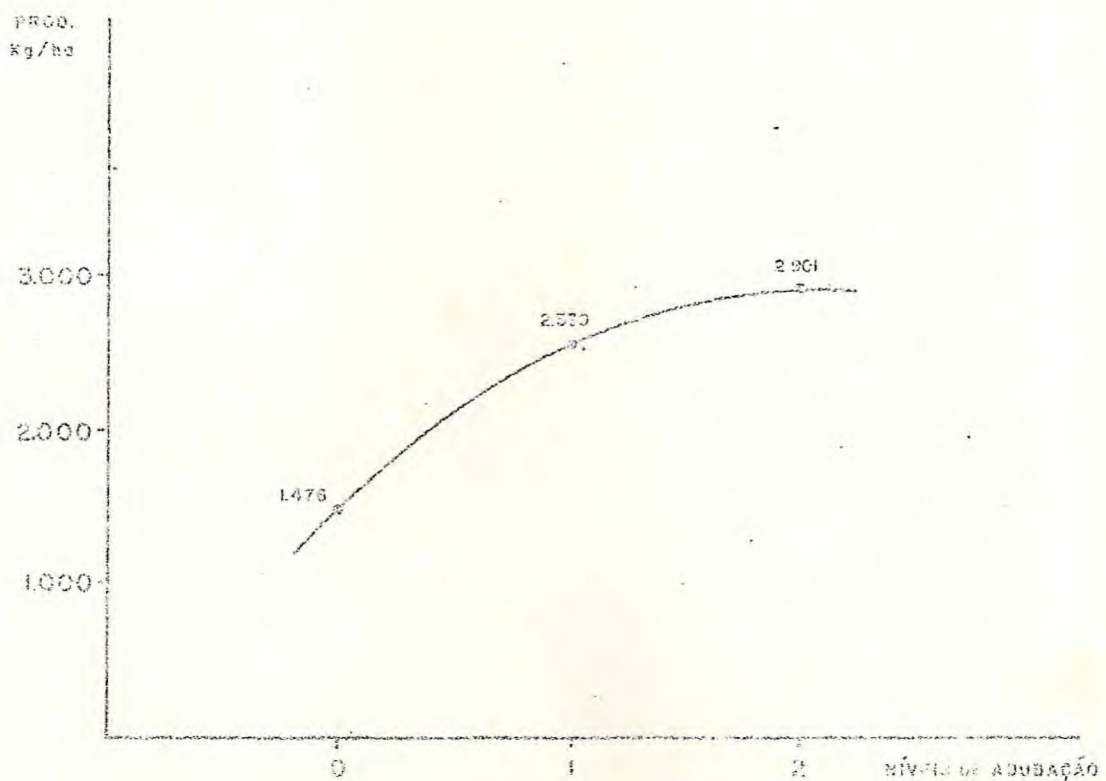


Tabela 9 : Análise da variância da produção de grãos (kg/ha) com o desdobramento das S. Q. para os componentes linear e quadrático para os fatores irrigação e adubação.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S. Q.	Q. M.	F.
Variedades	2	6.897.230,6	3.448.615,3	15,24 **
Irrigação	2	6.223.872,7	-	-
I linear	1	6.149.490,7	6.149.490,7	27,17 **
I quadrática	1	74.382,0	74.382,0	0,33 ns
Adubação	2	19.755.785,4	-	-
A linear	1	18.276.765,0	18.276.765,0	80,76 **
A quadrática	1	1.479.020,4	1.479.020,4	6,54 *
V x I	4	2.536.122,0	634.030,5	2,80 *
V x A	4	519.628,2	129.907,0	0,57 ns
I x A	4	1.988.854,8	497.213,7	2,20 ns
V x I x A	6	2.558.035,7	426.339,2	1,88 ns
Tratamentos	24	40.479.529,5	-	-
Blocos	5	2.761.181,2	552.236,2	2,44 ns
Resíduo	24	5.431.364,4	226.306,8	-
Total	53	48.672.075,1	-	-

As tabelas 8 e 9 indicam significância para a interação Variedade x Irrigação, cuja interpretação deve ser analisada a partir dos valores da tabela 11, onde se encontram as médias de cada variedade na presença de cada nível de irrigação.

Tabela 10 : Médias (Kg/ha) de Variedades (V), Irrigação (I) e Adubação (A) nos diferentes níveis experimentais usados.

FATOR	Níveis	MÉDIAS (Kg/ha)		
		0	1	2
V		1803 ^b	2512 ^c	2602 ^a
I		2693 ^a	2356 ^b	1866 ^c
A		1476 ^c	2539 ^b	2901 ^a

Para cada fator: média com a mesma letra não diferam ao nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste de Duncan.

Há diferenças bastante acentuadas entre as médias. Diferenças pequenas em V x I seriam não significativas, do que se conclui que o comportamento das variedades independem da irrigação recebida. Tal não ocorre para o caso de variedade Vo nas presenças de Io, I1 e I2 cujas médias produzidas foram 1789, 2073 e 1547 Kg/ha respectivamente. A diferença entre a maior e a menor média é de apenas 526 Kg/ha, sendo essa diferença pequena para ser considerada significativa. Ao se comparar a variedade Vi nas presenças de Io, I1 e I2 as produções médias foram 3305, 2417 e 2083 Kg/ha respectivamente, o que indica uma diferença bastante grande, sendo portanto significativa ao nível de precisão do experimento. Esses exemplos ilustram o comportamento de variedade local Vo e da Centralmex Vi, face aos níveis de irrigação: a variedade local não responde eficientemente maiores potenciais de água no solo, enquanto a Centralmex o faz com eficiência. A variedade Pirañão V2, embora menos eficiente no uso da água do solo que a Centralmex responde de modo muito mais efetivo que a variedade local.

Tabela 11a : Médias de variedades (Kg/ha) na presença de diferentes níveis de irrigação.

Fator	Vo	V1	V2	média
I0	1789	3305	2985	2693
I1	2073	2417	2584	2358
I2	1547	2083	1969	1866
Médias	1803	2601	2512	2306

Tabela 11b : Médias de irrigação na presença de diferentes níveis de fertilidade.

Fator	A0	A1	A2	médias
I0	1480	3104	3494	2693
I1	1700	2504	2871	2358
I2	1249	2011	2339	1866
Médias	1475	2539	2901	2306

Tabela 11c : Médias de variedades na presença de diferentes níveis de adubação.

Fator	Vo	V1	V2	médias
A0	1079	1612	1738	1476
A1	2040	2822	2757	2539
A2	2289	3371	3043	2901
Médias	1803	2602	2513	2306

Outro modo de interpretar a significância da interação $V \times I$ é através do desdobramento da correspondente soma de quadrados, o que é feito na tabela 12. Nota-se que para cada nível de irrigação foram usadas três variedades.

Tabela 12: Análise da Variância para Níveis de Irrigação das Variedades.

ANVA	C.L.	S.Q.	Q.M.	F
Níveis de I/Vo	2	833.259,32	416.629,66	1,56 ns
Níveis de I/V1	2	4.781.604,00	2.390.802,00	8,98 *
Níveis de I/V2	2	3.145.131,40	1.512.565,70	5,90 **
Resíduo	30	7.989.400,10	266.313,70	-

Esta tabela mostra que níveis de irrigação dentro de Vo foi não significativo, o que confirma a discussão anterior em que a variedade local não responde significativamente aos níveis de irrigação. Níveis de irrigação dentro de V1 e V2 foram, em outros casos, significativos, indicando que as variedades Centralmex e Piranão são mais eficientes no uso da água de irrigação.

A figura 7 mostra que a linha para Vo (Variedade Local), exceto por pequena flutuação de acesso pode ser substituída por uma reta paralela ao eixo dos X's o que pode indicar que essa variedade tem, aproximadamente, o mesmo comportamento nos três níveis de irrigação. As linhas V1 e V2 (Centralmex e Piranão), entretanto, mostram que essas variedades além de mais produtivas respondem diferentemente aos diferentes níveis de irrigação. Esses resultados auxiliam a interpretação do valor significativo da interação $V \times I$ observados nos quadros 9 e 10 e que estão de acordo com os dados da tabela 12. A análise de variância existente na tabela 9 sugere diferenças significativas entre as variedades. Na tabela 10 essas diferenças foram testadas pelo teste de Duncan ao nível de 0,05 de probabilidades. As variedades V1 e V2 são estatisticamente iguais em produção nas condições do experimento e diferem da variedade Vo estatisticamente inferior em produção, nas condições estudadas.

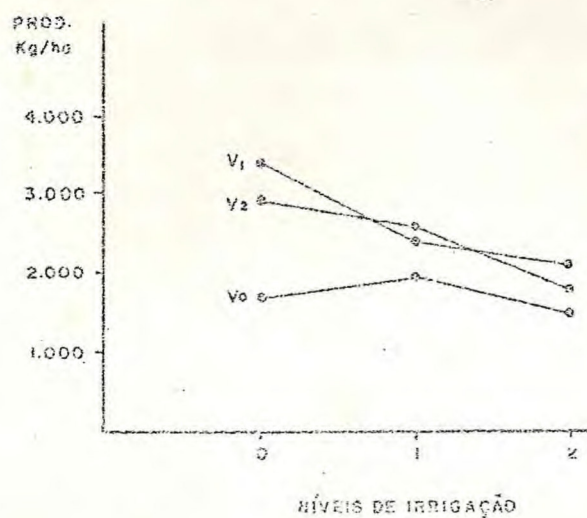


GRÁFICO 4: Comportamento das variedades em função dos níveis de irrigação. (referência quadro 11a)

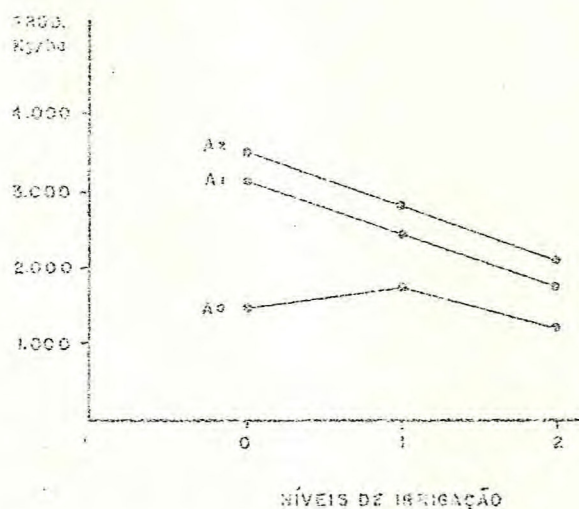


GRÁFICO 5: Comportamento dos níveis de adubação em relação aos níveis de irrigação (referência quadro 11b)

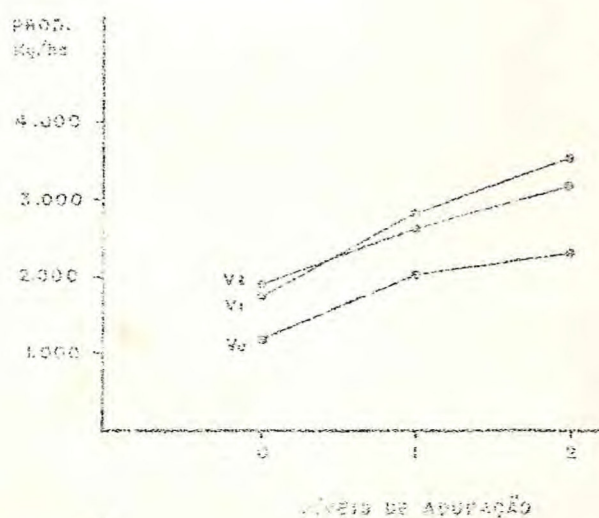


GRÁFICO 6: Comportamento das variedades em função dos níveis de adubação. (referência quadro 11c)

A figura 8 indica que o nível de adubação A₀ (sem adubação), apresentou praticamente o mesmo comportamento para os três níveis de irrigação. Os níveis A₁ e A₂, entretanto, mostram que proporcionaram maior produção, mesmo quando a cultura está submetida a diferentes potenciais de água no solo. Esses resultados auxiliam a interpretação da tabela 11b quando as diferenças indicam que os níveis de adubação A₁ e A₂ são iguais em produção nas condições do experimento e diferem de A₀ inferior em produção, nas condições estudadas.

Na figura 9, constata-se que as variedades apresentaram comportamento diferentes em relação aos níveis de adubação, sendo que as variedades V₁ e V₂ (Centralmax e Piranão) proporcionaram maior produção. Esses resultados, para auxílio de interpretação, encontram-se na tabela 11c, onde se constata que a produção das variedades cresceu à medida que os níveis de adubação aumentaram.

Todos os cálculos existentes neste trabalho foram inicialmente executados com calculadora eletrônica portátil e comprovados em computador, usando-se o programa SAB- 79, para comprovação dos resultados.

5 - CONCLUSÕES

Os resultados experimentais anteriormente discutidos permitem concluir que os fatores de produção (Variedades, Adubação e Irrigação) podem ser considerados críticos no que respeita à produtividade do milho em regime de irrigação. A escolha da variedade a ser plantada assim como as quantidades de água e fertilizantes a serem empregadas são de grande importância para o sucesso da cultura.

Com respeito ao efeito principal de variedades, a local (Vo) foi estatisticamente inferior às melhoradas Centralmax e Pirapão, estas consideradas estatisticamente iguais pelo teste de Duncan a 0,05 de probabilidade. Entretanto, considerando a presença de outros fatores a Centralmax na presença do nível de irrigação I₀, foi a mais produtiva alcançando 3305Kg/ha, no potencial de água do solo de -0,5 atmosfera.

Com relação ao efeito principal do fator potencial da água do solo, o teste de Duncan a 0,05 de probabilidades discriminou as produções médias como estatisticamente diferentes, sendo a pior aquela relativa ao nível I₀, isto é, 2693Kg/ha. Na presença de outros fatores a melhor produção foi de 3494Kg/ha, correspondendo também ao nível I₀ na presença de A2 (120-160-80). Todavia, as análises de variâncias não detectaram significância para as interações I x A razão por que esse resultado não deve ser considerado real.

Quanto ao efeito principal do fator Adubação os resultados foram estatisticamente significativos pelo teste de Duncan a 0,05 de probabilidade, para os três níveis estudados. A melhor produção, independentemente dos demais fatores, foi de 2901Kg/ha obtida para o nível A2, isto é, (120-160-80) Kg/ha de NPK.

Finalmente, no que diz respeito às interações entre os fatores, a única estatisticamente significativa, Variedade x irrigação (Vo.1) é representada na figura 5. A variedade local tem, praticamente, o mesmo comportamento nos três níveis de irrigação, enquanto as variedades melhoradas Centralmax e Pirapão produzem mais à medida que o potencial da água do solo se torna menor. Assim, essas duas variedades podem ser consideradas mais eficientes no uso de água que

a variedade local.

Cabe, finalmente, chamar a atenção para o fato de que os resultados experimentais discutidos são válidos apenas para três variedades usadas no experimento, uma vez que foram as mesmas deliberadamente escolhidos para serem testadas. Assim sendo, o fator variedade deve ser considerado fixo, de sorte que, inferências para um diferente universo de variedades não são cabíveis.

6- LITERATURA CITADA

- 01 - BAKER, D. N. e MUSGRAVE, R.S. Effectos of Low Level Moistere Stres ses on the Rate of Apparent-Photosynthesis in Corn Sci. 49 1964.
- 02 - BARROS FERREZ, E. S. Estudo da Evapotranspiração Real através da Me dida de Umidade do solo por Moderação de Neutrons-CENA 40 p. Boletim Científico nº 005.
- 03 - BERNARDO, S. et alii. Efeitos dos Níveis de Água no Solo Sobre a Pro dução do Feijoeiro. Seminário Nacional de Irrigação, 2. Porto Ale gre, 1970. Anais. Porto Alegre, 288 ps.
- 04 - CARVALHO, H W. L.; COSTA, J.A. e LIMA, J. N. Efeito da Adubação na Va riabilidade do milho Piranão Quando Submetido a Diferentes Espaçamen tos em Alguns Solos do Vale do São Francisco, EMBRAPA / UEPAR, 1978. 7 p (C;T, 14)
- 05 - _____, OLIVEIRA, F.A.; BATISTA, J. S. e LIMA, A. N. Calibração da Adubação Através da Análise Química do Solo para a Cultura do Mi lho no Nordeste. Barrairas - De., EMBRAPA / UEPAR- 1977. (ref.3.)
- 06 - CASTRO, P.T. Evapotranspiração Atual e Potencial de uma Cultura de Milho. Piracicaba. São Paulo. 81 ps. (Tese).
- 07 - COELHO M.A. Características de Umidade de Alguns Solos de Aluvião Normais, Sódicos e Sódicos-salinos. Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural, 1971.ps. 13-14 (tese).
- 08 - CRUCIANI, D. E. Balanço Hídrico em Solo Cultivado com Cana-de-Açúcar. Utilização do Método da Moderação de Neutrons. Piracicaba, CENA. 35ps. (Boletim Científico nº 6).
- 09 - DAPER, A. A Água na Agricultura - Irrigação e Drenagem. Rio de Janei ro, Livraria Freitas Bastos S.A. 1976. ps. 75-80.
- 10 - DENNARD, D.T. e JUAN, R.H. Availability of Soil Nutrients to Plants

Afected by Soil Moisture and Meteorological Conditions.

- 11 - GALVÃO, J.D. e PATERNIANI, E. Comportamento Comparativo Entre o Milho Piranão e Milhos Normais em Diferentes Densidades de Semeadura e Níveis de Nitrogênio. Anais da X Reunião Brasileira de Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG EMBRAPA-EPAMIGIPLACO, Ps. 116-120.
- 12 - GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba (São Paulo), Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, 1973. p.131-160.
- 13 - GROHMANN, F. e MEDINA, H.P. Características de Umidade dos principais Solos do Estado de São Paulo, Brasil 21 (18) 1962.
- 14 - HILLEL, P. B. Solo e Água. Fenômenos e Princípios Físicos. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 231p. 1970.
- 15 - ISRAELSEN, O. W. e HANSEN, E. Irrigation Principles and Practices, 3ª ed. New York, 1962.
- 16 - ROOLE, D. Alguns Resultados Sobre o uso de Fertilizantes em Condições de Irrigação - Recife, F A O, 13 p. Trabalho apresentado no Seminário Nacional Sobre Manejo de Água em Irrigação, Brasília, 1970.
- 17 - KRAMER, P.J. Water Stress and Plant Growth. Agron. J. Madison, 55:31-35. 1963. *
- 18 - LEITE, L.A.S. - Influência do Ângulo e Área Foliares em Algumas Características de Produção do Sorgo, Sorghum bicolor L., Cultivados em Diferentes Populações. Universidade Federal do Ceará, 41 p. 1978.
- 19 - LIMA, M G. Estudo da Resistência à Seca em Cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) Piracicaba, ESALQ - USP, 56 p.
- 20 - MALAVOLTA, E. Nutrição Mineral de Algumas Culturas Tropicais. Universidade de São Paulo, 2ª ed. 251 p. 1967.
- 21 - MONTEIRO, D.C. - Efeitos de Níveis de Umidade do Solo em Cultivares de Feijão-de-corda, Vigna sinensis L. Porto Alegre, Universidade Federal, 1967. (tese).

- 22 - OLIVEIRA, L.B. e MELO, V. Estudo de Correlação Entre a Unidade Equivalente e a Microporosidade em Solos do Nordeste. Trabalho apresentado ao XII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo-Curitiba, Brasil, 1969.
- 23 - _____, Estudo da Disponibilidade de Água em um Solo da Estação Experimental de Itapirema-Po. Trabalho apresentado ao XII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo-Curitiba Brasil, 1969.
- 24 - OLIVEIRA, F. A. Relatórios dos Trabalhos Conduzidos sob Irrigação, EM BRAPA / CODEVASE, 1976, 24 p.
- 25 - PRATA, F. C. Principais Culturas do Nordeste. 2ª ed, Fortaleza Ce, Imprensa Universitária, 79-110 p. 1969.
- 26 - PEREIRA, A. R. et alii - Estimativa da Evapotranspiração e da Drenagem Profunda em Cafezais Cultivados em Solos Podzolizados, Lins e Marilii-SP-Piracicaba, CENA, 13 p. (Boletim Científico nº 14).
- 27 - REICHARDT, K. Processos de Transferência no Sistema Solo-Planta-Atmosfera, 3ª ed. Piracicaba-SP, CENA:USP-CRIS e Fundação Cargill. 286 p. 1975.
- 28 - _____, Evaporação da Água do Solo - Piracicaba, CENA, 30 p. (Boletim Científico nº 004).
- 29 - _____, LIBARDI, P.L. SAUNDERS, L.C.E.a. CADENA, A. - Dinâmica da Água em Solo Cultivado com Milho. Piracicaba, CENA, 19p. 1978.
- 30 - SAUNDERS, L.C. U. - Disponibilidade de Água e classificação com fins de irrigação de três solos da Estação Experimental Agronômica. (Porto Alegre, Centro de Hidrologia Aplicada do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul), 92p. 1971. (tese).
- 31 - SCARFON, R. Água do Solo 3ª ed. Piracicaba, USLQ-USP, V. 1, cap.3, p. 41-130. 1972.
- 32 - SOUSA, J.A.C. Efeito da Tensão da Água do Solo na Cultura da Cana-de-açúcar. (Saccharum spp), Universidade Estadual de Campinas São Paulo, 1976. pp. 163. (tese).

TABELA 13: PRODUÇÃO DE GRÃOS EM KG/HA DA CULTURA DO MILHO, POR TRATAMENTO E REPETIÇÃO DO EXPERIMENTO

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES		TOTALS PARCIAIS	TRATAMENTOS	REPETIÇÕES		TOTALS PARCIAIS	TRATAMENTOS	REPETIÇÕES		TOTALS PARCIAIS
	1a.	2a.			1a.	2a.			1a.	2a.	
000	665,0	708,3	1.573,3	001	2.588,7	1.443,3	4.023,0	002	3.018,3	2.109,5	5.127,8
010	2.657,5	2.029,1	4.686,6	010	1.955,8	1.122,0	3.077,8	011	2.086,2	2.589,5	4.675,7
021	2.675,0	1.860,4	3.535,4	022	1.957,0	1.964,5	3.921,5	020	1.302,9	521,6	1.824,5
101	3.722,0	3.752,9	7.474,9	102	3.953,3	4.102,0	8.055,3	100	2.296,2	2.001,2	4.297,4
110	1.241,6	1.202,0	2.443,6	111	3.070,8	2.669,5	5.740,3	112	3.549,5	2.771,2	6.320,7
122	2.753,3	3.099,1	5.852,4	120	1.451,6	1.479,5	2.931,1	121	2.101,2	1.614,1	3.715,3
202	2.857,5	4.920,4	7.777,9	200	1.582,5	1.431,6	3.014,1	201	4.057,9	3.061,6	7.119,5
211	1.614,1	2.995,0	4.609,1	212	3.047,5	3.172,0	6.219,5	210	2.708,3	1.968,3	4.676,6
220	853,7	1.881,2	2.734,9	221	1.883,3	2.932,5	4.815,8	222	2.655,8	1.606,6	4.262,4
-	18.239,7	22.448,4	-	-	21.490,5	20.316,9	-	-	23.776,3	18.243,6	-
	W1 = 40.688,1				W2 = 41.807,4				W3 = 42.019,9		

TABELA 14a: Valores Necessários ao Cálculo da Interação (Variedade x Irrigação) Sobre a Produção de Grãos. Dados Originários QUADRO 13.

FATOR	Vo	V1	V2	Total
Io	10.733,1	19.827,6	17.911,5	48.472,2
I1	12.440,1	14.504,6	15.505,2	42.449,9
I2	9.281,4	12.498,8	11.813,1	33.593,3
Total	32.454,6	46.831,0	45.229,8	124.515,4

$$SQV \text{ e } I = 1/6 (10.733,1^2 - \dots - 11.813,1^2) - C = 15.657.225,3$$

$$SQV = 1/18(32.454,6^2 - \dots - 45.229,8^2) - C = 6.897.230,6$$

$$SQI = 1/18(48.472,2^2 - \dots - 33.593,3^2) - C = 6.223.972,7$$

$$SQV \times I = SQV \text{ e } I - SQV - SQI = 2.536.122,0$$

TABELA 14b: Valores Necessários ao Cálculo da Interação (Variedade x Adubação) Sobre a Produção de Grãos. Dados Originários QUADRO 13.

FATOR	Vo	V1	V2	Total
Ao	6.475,6	9.672,1	10.425,6	26.573,3
A1	12.243,1	16.930,5	16.544,4	45.718,0
A2	13.735,9	20.228,4	18.259,8	52.224,1
Total	32.454,6	46.831,0	45.229,8	124.515,4

$$SQV \text{ e } A = 1/6 (6.475,6^2 - \dots - 18.259,8^2) - C = 27.172.144,30$$

$$SQA = 1/18(26.573,3^2 - \dots - 52.224,1^2) - C = 19.755.785,50$$

$$SQV \times A = SQV \text{ e } A - SQV - SQA = 519.628,20$$

TABELA 14c: Valores Necessários ao Cálculo da Interação (Variedade x Irrigação) Sobre a Produção de Grãos. Dados Originais QUADRO 13.

FATOR	I ₀	I ₁	I ₂	Total
A ₀	8.884,8	10.198,0	7.490,5	26.573,3
A ₁	18.626,4	15.025,1	12.066,5	45.718,0
A ₂	20.961,0	17.226,8	14.036,3	52.224,1
Total	48.472,2	42.449,9	33.593,3	124.515,4

$$SQI \text{ e } A = 1/6 (8.884,8^2 + \dots + 14.036,3^2) - C = 27.968.513,00$$

$$SQI \times A = SQI \text{ e } A - SQI - SQA = 1.988.854,8.$$

Obs: Os cálculos dos Quadros 14a., 14b e 14c são elementos básicos para as análises de variância contidas nos QUADRO 8 e 9.

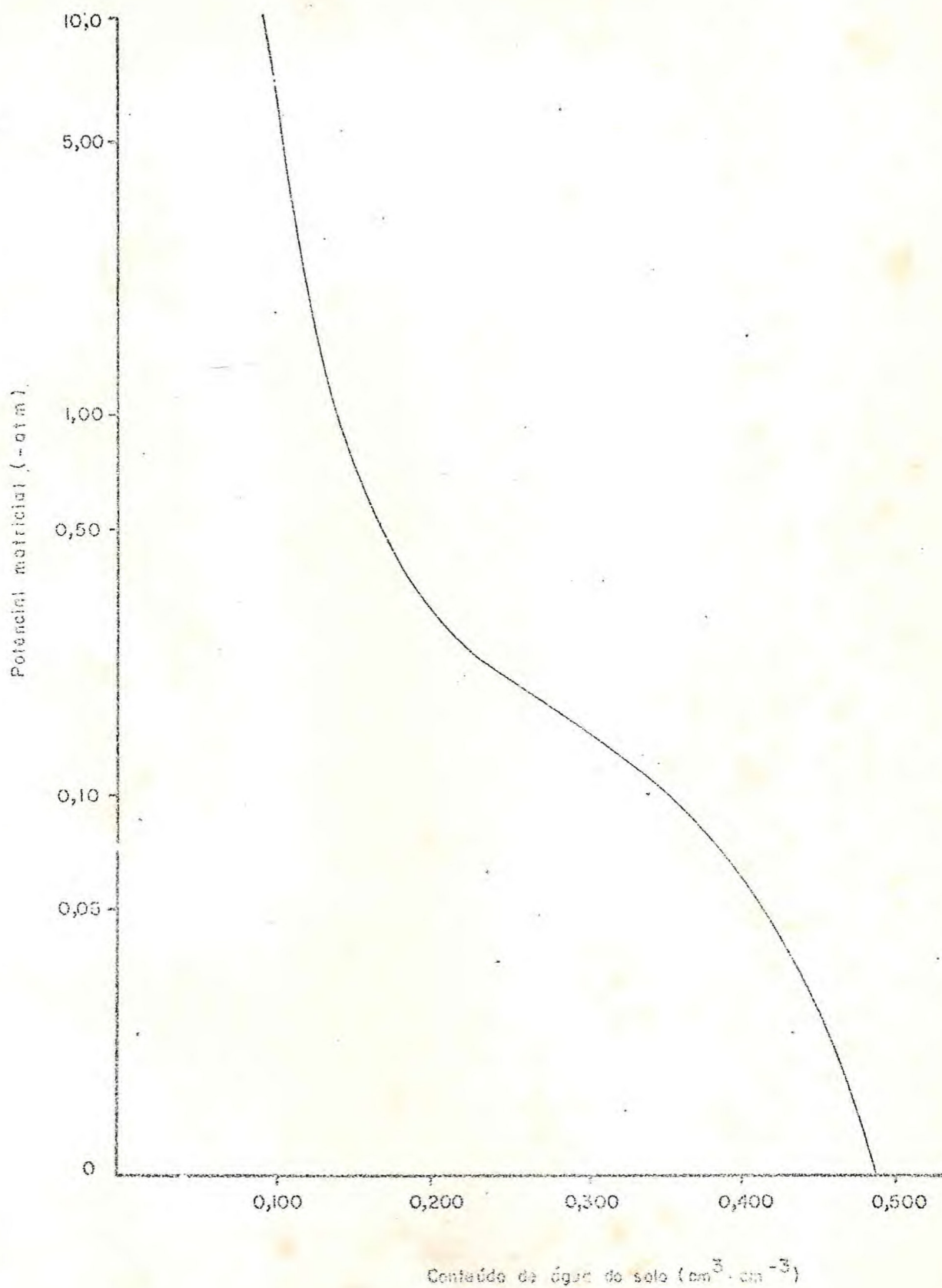
Desdobramento da Interação V X I a partir do Quadro 14a, definindo a Análise de Variância do QUADRO 12.

$$SQI / V_0 = 1/6 (10.733,1^2 + 12.440,1^2 + 9.281,4^2) - C = 833.259,32$$

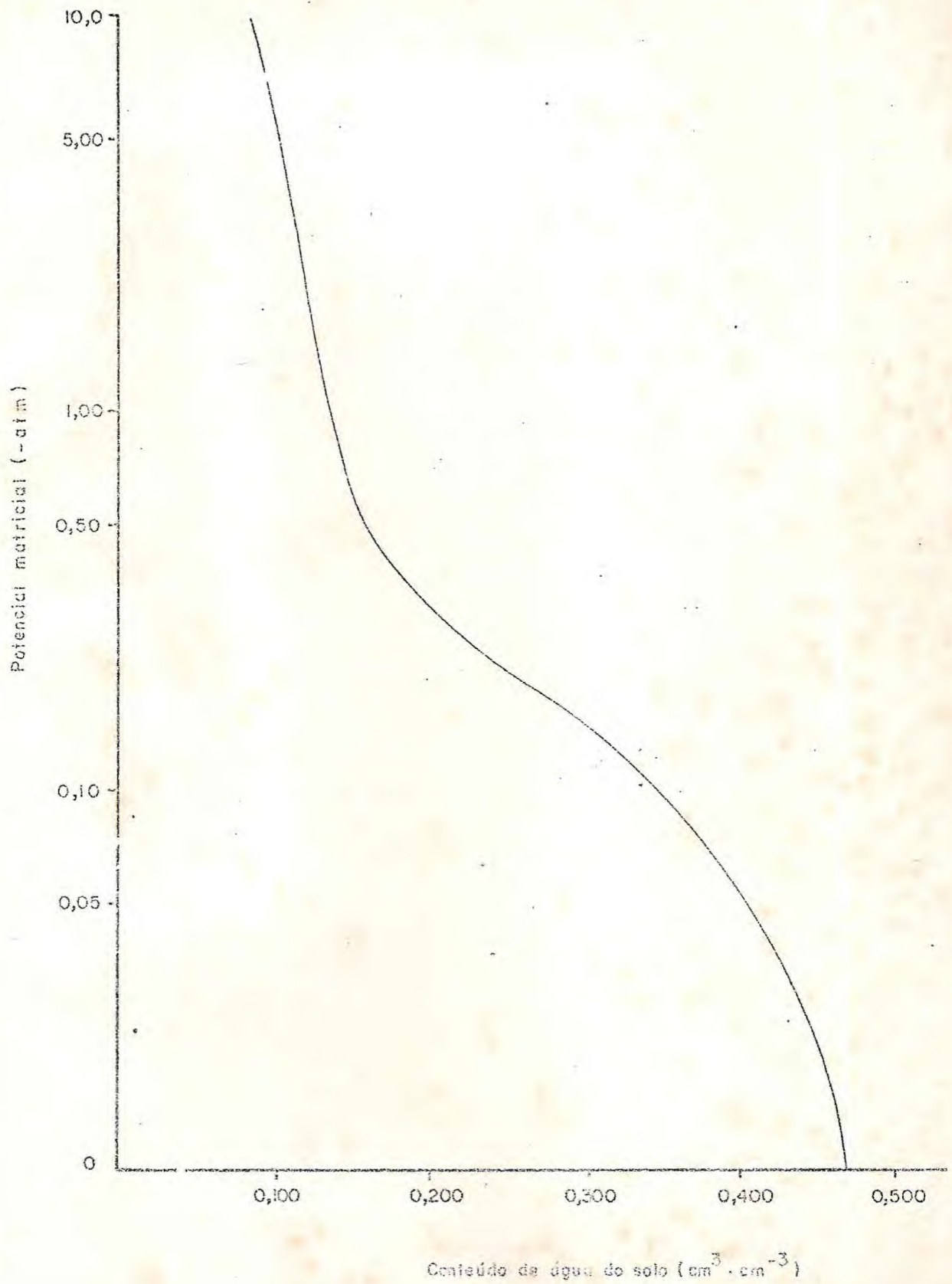
$$SQI / V_1 = 1/6 (19.827,6^2 + 14.504,6^2 + 12.498,8^2) - C = 4.781.604,40$$

$$SQI / V_2 = 1/6 (17.911,5^2 + 15.505,2^2 + 11.313,1^2) - C = 3.145.131,40$$

Profundidade 0 - 15 cm



Profundidade 15 - 30 cm



Profundidade 30-45 cm

