

CONTRÔLE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO ATRAVÉS DO TEOR RELATIVO
DE ÁGUA E DO ÍNDICE REFRACTOMÉTRICO EM TOMATEIRO
(Lycopersicum esculentum, Mill)

GILBERTO JOSÉ GARCIA

— Engenheiro Agrônomo —

PROF. DR. RUBENS SCARDUA

— Orientador —

*Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura «Luiz de Queiroz», para
obtenção do título de Mestre.*

PIRACICABA

Estado de São Paulo Brasil

— 1973 —

A meus pais

GRATIDÃO

A minha esposa e filha

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Rubens Scardua, pelo apoio irrestrito e pela orientação geral deste trabalho.

A Professora Sheila Z. Pinho, pelas sugestões apresentadas e pelas estatísticas realizadas.

Aos Professores Antonio E. Klar e Fernando A.D. Conceição, pelas sugestões apresentadas.

Aos Professores Cezar Piedade Jr., Eduardo C. Ferraz, Gertrudes C. Piedade, Julio Nakagawa e Widsney A. Ferreira, pela colaboração oferecida.

Aos Srs. Vicente J. Vasconcelos, Lázaro M. Conceição e Valdomiro Rossi pelos trabalhos de campo desenvolvidos.

Aos colegas do Departamento de Engenharia Rural da F.C.M.B.B. pelo constante apoio.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural da F.C.M.B.B., em particular ao Alcides A. Corvino, Eneiza Dalanezi, Inez Conti, Rosa M. Morelli e Pedro Cordeiro, que de um modo ou de outro, prestaram a sua colaboração.

Í N D I C E

	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
A. Medidas do teor de água nas plantas	3
A.1. Medidas diretas	3
A.1.1. Medida do teor de água com base no peso seco..	3
A.1.2. Medida do teor de água com base no peso verde.	4
A.1.3. Teor relativo de água	4
A.2. Medidas indiretas	6
A.2.1. Sonda de raio Beta	6
A.2.2. Índice refratométrico	7
B. Medidas do potencial água nas plantas	3
B.1. Método do equilíbrio de soluções	8
B.1.1. Soluções técnicas	8
B.1.2. Método refratométrico	3
B.1.3. Método densimétrico ou de Shardakov	9
B.2. Método do equilíbrio de vapor	9
B.3. Método do equilíbrio de pressão	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1. Solo	12
3.1.1. Características morfológicas	13
3.1.2. Propriedades físicas	14
3.2. Clima	15
3.3. Cultura estudada	15
3.4. Equipamentos e acessórios	17
3.4.1. Equipamentos e acessórios usados para as leitu	
ras do Teor Relativo de Água	17
3.4.1.1. Câmara de transporte	17
3.4.1.2. Cilindro amostrador	17
3.4.1.3. Balança de precisão	17
3.4.2. Equipamentos e acessórios usados para as leitu	
ras do Índice Refratométrico	17
3.4.2.1. Prensa de mão	17
3.4.2.2. Refratômetro	19

	<u>Página</u>
3.5. Umidade do solo e irrigação	19
3.6. Delineamento experimental	19
3.7. Características estudadas na cultura	21
3.8. Teor Relativo de Água	22
3.9. Índice Refratométrico	27
3.10. Análise estatística dos resultados	28
4. RESULTADOS	29
4.1. Produção	29
4.2. Leituras obtidas	30
4.3. Umidade do solo e irrigação	31
5. DISCUSSÃO	58
5.1. Produção	59
5.2. Umidade do solo e irrigação	60
5.3. Teor Relativo de Água	60
5.4. Índice Refratométrico	62
6. CONCLUSÕES	65
7. RESUMO	67
8. SUMMARY	69
9. BIBLIOGRAFIA	71

1. INTRODUÇÃO

Dos inúmeros problemas referentes a prática da irrigação, o controle do fornecimento da água é sem dúvida um dos principais.

Embora a irrigação assuma um caráter eminentemente suplementar nas nossas condições, a cultura do tomateiro pelas suas características peculiares, exige ~~irrigações~~ sistemáticas e racionais.

Dada a importância econômica atingida pela cultura, é evidente que mereça uma atenção especial, razão que motivou o presente trabalho.

O método tradicional para a determinação da umidade do solo com vistas ao controle da água de irrigação, é o gravimétrico. Sendo um método trabalhoso, que demanda certo tempo para obtenção dos resultados, vários pesquisadores têm-se dedicadado ao estudo de métodos mais acessíveis e expeditos.

As plantas são os melhores indicadores da necessidade de irrigação e as variáveis mais adequadas a mensuração, são o decréscimo do teor de água e o decréscimo do potencial água dos tecidos.

Medidas do potencial água são difíceis e, praticamente fora do alcance do agricultor comum, apresentando-se como mais acessível, a determinação do nível interno de água dos tecidos vegetais.

O Teor Relativo de Água (TRA) e o Índice Refratométrico (IR) são métodos bastante simples para o estudo do teor de água das plantas.

Porém, para que estes métodos tenham algum significado é mister que se faça uma aferição, através de uma correlação com um padrão de referência.

O padrão de referência é a própria unidade do solo determinada gravimetricamente. Um outro padrão de referência que se pode estabelecer é o potencial da água do solo, determinado com auxílio da placa de pressão e membrana de pressão.

O presente trabalho tem por objetivo fundamental verificar:

a) o comportamento da cultura em função da variação do potencial da água do solo.

b) as correlações entre os dados do TRA e IR e os dados do potencial da água do solo, para estimar as necessidades de água de irrigação pela cultura.

c) as estimativas de água para irrigação nas culturas de verão e de inverno.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentro do estudo das necessidades de água de uma cultura, utilizando-se a planta como referência, vários métodos têm sido propostos com o objetivo de equacionar o problema de quando irrigar e quanto de água a fornecer.

Desta maneira pode-se citar aqueles que medem o teor de água e aqueles que medem o potencial água dos tecidos das plantas.

A. Medidas do teor de água nas plantas

As medidas do teor de água apresentam como principais vantagens a simplicidade das leituras, aparelhagens simples e acessíveis, com a possibilidade de serem obtidas por pessoal não qualificado.

A.1. Medidas diretas

A.1.1. Medida do teor de água com base no peso seco

É um dos métodos mais antigos, sendo que o material é

usualmente seco a 85°C. Este método não é satisfatório, especialmente para folhas, devido a variações diurnas e estacionais no peso seco, fato este evidenciado por WEATHERLEY (1950) e CLAUSEN e KOZLOWSKI (1965) que verificaram mudanças significativas no peso seco de folhas.

A.1.2. Medida do teor de água com base no peso verde

É menos preciso que o anterior, sendo relativamente insensível a variações consideráveis no teor de água de tecidos de plantas.

Curtis e Clark, citados por LEOPOLD (1964), notaram que um decréscimo de 80 para 55% no teor de água das folhas, representou em relação ao peso verde, uma perda de 25 g de água por 100 g de tecido de folha, ou 25% do teor de água original.

A.1.3. Teor Relativo de Água

Devido as dificuldades no uso do peso verde ou peso seco como base, alguns autores sugeriram exprimir o teor de água das folhas como uma percentagem de turgidez total.

Stocker citado por SLATYER (1967), colocou folhas intactas (Peso Verde = PV) dentro de um recipiente contendo água até que elas atingiram peso constante (Peso Turgido = PT) calculando em seguida o Peso Seco (PS), e denominando Défice de Água (D.A.) a relação que se segue:

$$D.A. = (PT - PV) / (PT - PS) \times 100$$

O conceito de Turgência Relativa ultimamente chamada de Teor Relativo de Água (TRA), desenvolvido por WEATHERLEY (1950, 1951) vem a ser uma medida da deficiência de água das folhas, e consiste essencialmente em comparar o teor de água do tecido de uma folha recém colhida (Peso Verde = PV), com o teor de água do mesmo tecido quando turgido (Peso Turgido = PT), expressando-se o resultado numa base percentual, fazendo-se necessário a obtenção do Peso Seco (P.S.), de modo que:

$$\text{TRA} = (\text{PV} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS}) \times 100$$

O referido autor propôs ainda o uso de discos de folhas ao invés de folhas inteiras, aumentando assim o número de repetições.

Tendo em vista a possibilidade de decréscimo vegetativo durante o tempo de imersão, o que refletiria na variação do peso seco, havia necessidade de se trabalhar com amostras duplicadas de um mesmo tecido.

Enquanto uma das amostras ficava em imersão a outra era levada para a estufa para obtenção do peso seco.

Tal procedimento não deixava de acrescentar um certo erro, tendo em vista a possibilidade de variações de peso entre duas amostras de uma mesma folha.

WERNER (1954), trabalhando com folhas de batata, observou que a temperatura e a umidade relativa em que os discos eram expostos causavam variação no total de água absorvida, constatando ainda variações do TRA com o decorrer do dia.

RUTTER e SANDS (1956), concluíram que a deficiência de água nas folhas, transpiração e abertura dos estômatos refletiam a umidade do solo, mas que, durante o dia estes valores eram afetados por outros fatores que mascarariam o efeito direto da umidade do solo. Relataram ainda que este tipo de medida é o melhor índice na estimativa da tensão da umidade do solo na vizinhança das raízes.

NANKEN (1956), controlou satisfatoriamente a irrigação em uma cultura de algodão, através do Teor Relativo de Água, mesmo sendo esta cultura capaz de suportar períodos curtos mas severos de défices de água, sem diminuição da produção.

CATSKY (1960) visando diminuir o tempo de imersão dos discos e a injeção dos espaços intercelulares do bordo cortado colocou discos de folhas de fumo em anéis de polietileno. A s

turação dos mesmos foi feita colocando-se os discos entre placas porosas de poliuretano, saturadas com água. Este arranjo possibilitou saturar as amostras de tecidos em tres horas, com um mínimo de injeção.

BARRS e WEATHERLEY (1962) reestudando o método introduziram modificações no sentido de se evitar o uso de amostras duplicadas. Mostraram que a absorção de água pelos discos de folhas poderia ser dividida em duas fases distintas; a primeira associada com a eliminação do déficit passivo de água e a segunda consequente do crescimento do tecido. Eles consideraram estas duas fases distintas, isto é, a Fase II não começaria enquanto não terminasse a Fase I.

Trabalhando com folhas de mamoneira encontraram que a Fase I, completava-se em quatro horas e que a Fase II poderia ser minimizada por inibidores metabólicos, ou pela regulação da intensidade luminosa, no ponto de compensação.

A.2. Medidas indiretas

A.2.1. Sonda de raios Beta

MEDERSKI (1961) propôs um método que possibilita medir as variações do teor de água da planta sem destruir os tecidos. Este método baseia-se na atenuação que sofre um fluxo de partículas Beta ao atravessar um determinado meio. Em folhas, o aumento no teor de água resulta num aumento da massa dessa folha. Colocando amostras de folhas com teores de água conhecidos, entre uma fonte de partículas Beta e um detector, verificou que a diferença entre a emissão e detecção, revelava uma alta correlação com os diferentes teores de água.

O grande atrativo do método é a possibilidade de estimar o teor de água sem danificar o tecido da planta, perturbando ao mínimo o sistema de fluxo.

Sendo um método de difícil calibração, que se utiliza de aparelhagem altamente sofisticada, tem sua utilização bas

tante limitada.

A.2.2. Índice Refratométrico

O método baseia-se na variação da quantidade de sólidos solúveis presentes no suco celular. Utiliza-se um refratômetro de mão, calibrado em percentagem de sacarose.

Devido a presença de substâncias contaminantes, como amido e clorofila, considera-se mais adequado chamar as leituras refratométricas de índices, que expressam a propriedade do suco celular em refletir a luz.

BELIK (1960) relatou o uso de um refratômetro de mão para determinar a concentração do suco celular em tomateiros, crescendo sob várias condições de umidade. As leituras obtidas variaram segundo o nível de umidade de cada parcela.

FARKAS e PRATT (1962), obtiveram para tomateiros uma boa correlação entre o Índice Refratométrico e o Teor de Umidade do solo. Relataram ainda que as leituras diminuíam com a idade dos tecidos e aumentavam com a hora do dia. Preocuparam-se no entanto, em definir o Índice Refratométrico do suco celular, não como um indicador da umidade do solo, mas da dificuldade da planta em absorver água.

DAVIS JR. (1963), observou que as leituras refratométricas quando cuidadosamente calibradas, refletiam as condições de umidade e salinidade do solo, para a cultura do melão.

GAFF e CARR (1964), relataram que leituras refratométricas de suco celular obtido por prensagem, eram subestimadas com a diluição do suco pela água das paredes celulares, que também era extraída.

De acordo com ELMSTRON e HILLYER (1965) a hora do dia exerceu grande influência nas leituras, e que as 8 e 30 horas, as leituras não representavam mais as exigências reais da cultura de tomateiros. A idade da planta não exerceu influência, quando eram usadas folhas de mesma idade morfológica.

B. Medidas do potencial água nas plantas

O transporte de água na planta acompanha um gradiente decrescente de energia livre.

Medidas baseadas no conceito de energia, fornecem um meio conveniente de caracterização do estado da água, porque em contraste com medidas baseadas na quantidade de água, são pouco afetadas por variações fisiológicas e morfológicas entre as amostras.

No entanto, os métodos mais recentes e portanto de maior precisão, são de calibração trabalhosa, utilizando-se de aparelhagem cara e sofisticada.

B.1. Método do equilíbrio de soluções

B.1.1. Soluções técnicas

Conforme descreve KRAMER (1969) é o método mais antigo de se medir o potencial água da planta, e consta da imersão de tecidos de plantas em uma série de soluções de potenciais osmóticos diferentes, sendo possível determinar-se o potencial osmótico em um tecido que não ganhe e nem perca água.

B.1.2. Método Refratométrico

O método foi descrito inicialmente por ASHBY e WOLF (1947) e tem o mesmo princípio do método anterior. No entanto, por apresentar uma forma diferente de leitura e pela melhor precisão é abordado separadamente.

As leituras de cada solução, feitas com refratômetro de laboratório, são realizadas antes e após a imersão dos tecidos. Estes perdem água para uma solução com potencial mais baixo e absorvem água de uma solução com potencial mais elevado. Como fontes de erros aparecem; a exudação de solutos das superfícies cortadas dos tecidos, para as soluções e perda de água das paredes celulares para as soluções teste.

GAFF e CARR (1964) observaram que o suco celular exudado é independente da concentração da solução externa.

B.1.3. Método Densimétrico ou de Shardakov

Este método descrito inicialmente por Shardakov, conforme citação de KRAMER (1969), elimina a necessidade do refratômetro de laboratório.

Preparam-se tubos de ensaio contendo duas séries idênticas de soluções, cujos potenciais osmóticos abrangem a faixa de potencial água esperado nos tecidos das plantas em estudo. Amostras representativas do tecido das folhas são imersas em cada solução teste, de uma das séries. Após um período de tempo apropriado, o tecido é removido dos tubos e um corante é adicionado a cada solução para colorí-la levemente. Uma gota colorida de cada solução teste é colocada na solução correspondente da série de controle. A gota subirá se a solução teste foi diluída pela água perdida pelo tecido da planta e descenderá se houve concentração da solução teste, devido a absorção de água pelo tecido. A solução de controle em que a gota não subir nem descer terá o mesmo potencial do tecido da planta correspondente.

Conforme KNIPLING e KRAMER (1967), o maior erro decorre da exudação do soluto das superfícies cortadas para a solução teste, variando a dimensão do erro de acordo com as espécies.

B.2. Método do Equilíbrio de Vapor

A pressão de vapor é um indicador sensível do potencial químico da água, e o potencial medido na forma de vapor não é influenciado pelas trocas de soluto.

SPANNER (1951) demonstrou que medidas sensíveis do potencial água podiam ser obtidas da fase de vapor com pares termoelétricos. O equipamento consiste de um par termoelétrico fechado numa câmara psicrométrica juntamente com tecido da planta, o qual foi equilibrado com a atmosfera da câmara. A temperatura é mantida constante por imersão em banho de água.

Para a determinação, uma pequena quantidade de água é condensada no par termoelétrico pela passagem de uma corrente e

létrica através de sua junção, por um curto período de tempo em uma direção o que causa resfriamento (Efeito Peltier). A velocidade de evaporação desta pequena quantidade de água é determinada pelo potencial água do sistema, e a calibração é feita com soluções de potenciais conhecidos.

RICHARDS e OGATA (1958), sugeriram uma modificação - que consiste na colocação de uma gota de água na junção, para substituir o resfriamento pelo efeito Peltier, aumentando a estabilidade do sistema.

As medidas psicrométricas embora livres do erro decorrente das trocas de soluto, estão sujeitas a outros, tais como: resistência do tecido da planta a transferência de vapor, calor produzido pela respiração e, adsorção de água pelas paredes da câmara, conforme comentários de vários autores, tais como: RAWLINS (1964), BARRS (1964), GARDNER e EHLING (1965).

KLEPPER e BARRS (1968), descreveram outro erro que se refere ao efeito da secreção de sais da superfície das folhas, que chega a ser elevado em folhas turgidas.

Trabalharam com folhas de algodoeiro, sugerindo que outras espécies apresentem o mesmo problema, em diferentes graus.

A alta sensibilidade do método, à variação de temperatura, requer um controle perfeito da mesma, o que traz uma restrição a medidas de campo.

B.3. Método do equilíbrio de pressão

SCHOLANDER et alii (1965), aperfeiçoaram um método em que o pecíolo ou ramo é colocado numa câmara de pressão, de modo que a extremidade do pecíolo fique para fora e a lâmina foliar dentro da câmara.

O efeito da pressão, no potencial água é termodinamicamente equivalente ao efeito dos solutos e outros componentes do potencial água. A pressão é aplicada até que o suco do xilema apareça na extremidade do pecíolo.

A quantidade de pressão necessária, para forçar a água da célula, para o xilema seria igual ao potencial água nas células das folhas.

Segundo BOYER (1967), o potencial medido por este método, tende a variar de espécie para espécie, sendo um dos fatores, a deformação sofrida pelos pecíolos quando sob pressão.

Segundo DUNIWAY (1971), outra fonte de erro seria quando uma folha é destacada da planta. As células do mesófilo por serem mais elásticas absorvem água do xilema. Quando a pressão é aplicada na câmara, há necessidade de uma pressão adicional para forçar esta água das células do mesófilo para o xilema, superestimando as leituras.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram desenvolvidos na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, na Fazenda Experimental Lageado, que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 22°52'55" de Latitude Sul e 48°26'22" de Longitude Oeste, com altitude de 740 m.

O local apresenta uma área total de 5,0 ha, parcialmente envolvido por um eucaliptal, numa situação de meia encosta, com exposição para face norte. O relevo é do tipo normal e ondulado

3.1. Solo

TOSIN et alii (1972) classificaram-no e o denominaram Série Experimental ao executarem o levantamento detalhado da Fazenda Lageado. Pela Comissão de Solos (1960) suas características são intermediárias entre o Latosol Vermelho Escuro-fase arenosa e a Terra Roxa Estruturada, por tratar-se de transição. No local do ensaio a declividade apresenta-se em torno de oito por cento. Não sendo um perfil modal, o Departamento de

Solos e Geologia da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, caracterizou-o especificamente como segue:

3.1.1. Características Morfológicas

Ap 0 - 15 cm: pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4) seco, pardo avermelhado escuro (2,5YR 2/4) úmido; areia barrenta; composta, blocos subangulares, moderado, pequeno, esferoidal, fraco, pequeno; ligeiramente duro, friável, muito plástico, pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, abrupto.

B₁ 15 - 35 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4) seco, pardo avermelhado escuro (2,5YR 2/4) úmido; barro arenoso; blocos subangulares, moderado, médio muito duro, friável, plástico, pegajoso; raízes finas, abundantes; limite suave, claro.

B₂₁ 35 - 70 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6) seco, pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4) úmido; argila; composto, blocos subangulares, forte, grande, prismática, forte, grande; duro, firme, muito plástico, muito pegajoso; cerosidade fraco, comum; raízes finas, poucas; limite suave, claro.

B₂₂ 70 - 100 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/5) seco, pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4) úmido; argila arenosa; blocos subangulares, forte, média; ligeiramente duro, friável, plástico, pegajoso; cerosidade fraca, pouco; raízes finas, poucas; limite suave, claro.

B₂₃ 100 - 150 cm; vermelho escuro (10R 3/6) seco, pardo avermelhado escuro (10R 3/4) úmido; barro argilo arenoso; blocos subangulares, fraco, pequeno; friável, plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, poucas; limite suave, claro.

B₃ 150 - 180 cm; vermelho escuro (10R 3/6) seco, vermelho escuro (10R 3/6) úmido; barro argiloso; maciço que se rompe em blocos subangulares, fraco, muito pequeno, muito friável, plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, raras; limite suave, claro.

C 180 - 210 cm; vermelho fraco (LOR 4/3) seco, vermelho fraco (LOR 4/3) úmido; barro argilo arenoso; maciço muito friável, plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, raras.

3.1.2. Propriedades físicas

A análise mecânica do perfil realizada pelo Departamento de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", aparece no QUADRO 1.

QUADRO 1 - Análise mecânica do perfil

Profundidade cm	Areia %	Limo %	Argila %	Esqueleto %
0 - 20	58,0	21,3	20,7	-
20 - 40	60,4	13,8	25,8	0,3
40 - 60	60,4	5,7	29,9	0,2

O peso específico aparente, os valores relativos a capacidade de campo e a retenção de água a 15 atm aparecem no QUADRO 2.

Para o presente trabalho a capacidade de campo foi determinada diretamente no campo com o auxílio de um dispositivo retangular de madeira, cravado na superfície do terreno, delimitando uma área de um metro quadrado, adicionando-se em seguida 300 mm de água. Para impedir a evaporação cobriu-se a superfície do terreno com uma camada de serragem.

Durante cinco dias consecutivos determinou-se os teores de umidade do solo, a profundidade efetiva das raízes da cultura estudada, pelo método gravimétrico, a partir de amostras efetuadas com o trado de 3/4".

Das amostras que apresentaram menores variações dentro as coletadas durante os cinco dias, resultou a umidade média que estabeleceu a capacidade de campo, a profundidade efetiva das raízes.

Através da membrana e placa de pressão (RICHARDS, 1947), determinou-se a retenção de umidade deste solo para a obtenção da curva característica de umidade do solo conforme ilustra a FIGURA 1.

Os valores do peso específico aparente, representam a média entre cinco determinações, efetuadas com anéis volumétricos padronizados, com 50 cm³ de volume interno.

QUADRO 2 - Valores médios de capacidade de campo (C.C.), retenção a 15 atm e peso específico aparente (P.E.A.).

Profundidade cm	Umidade com base em peso seco		P.E.A.
	C.C.	15 atm	
0 - 20	18,50	10,00	1,54
20 - 40	20,40	12,80	1,44
40 - 60	20,50	12,50	1,40

3.2. Clima

Segundo MAGNANINI (1955), o clima do município de Botucatu é do tipo mesotérmico úmido, sem estiagem; em que a temperatura média do mes mais quente é maior que 22°C, apresentando o mes mais seco com mais de 30 mm de chuva.

Os dados meteorológicos necessários ao presente trabalho foram obtidos junto ao Posto Meteorológico do Departamento de Física da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu e de um pequeno posto pluviométrico instalado ao lado da área experimental.

3.3. Cultura estudada

Utilizou-se a cultura de tomateiro (Lycopersicum esculentum, Mill), cultivar Santa Cruz, linhagem Angela .

O espaçamento empregado foi de 100 cm entre linhas e 60 cm entre plantas. A semeadura foi feita em copinhos de jornal cheios com uma mistura apropriada de terra e adubo orgânico, recebendo duas regas diárias.

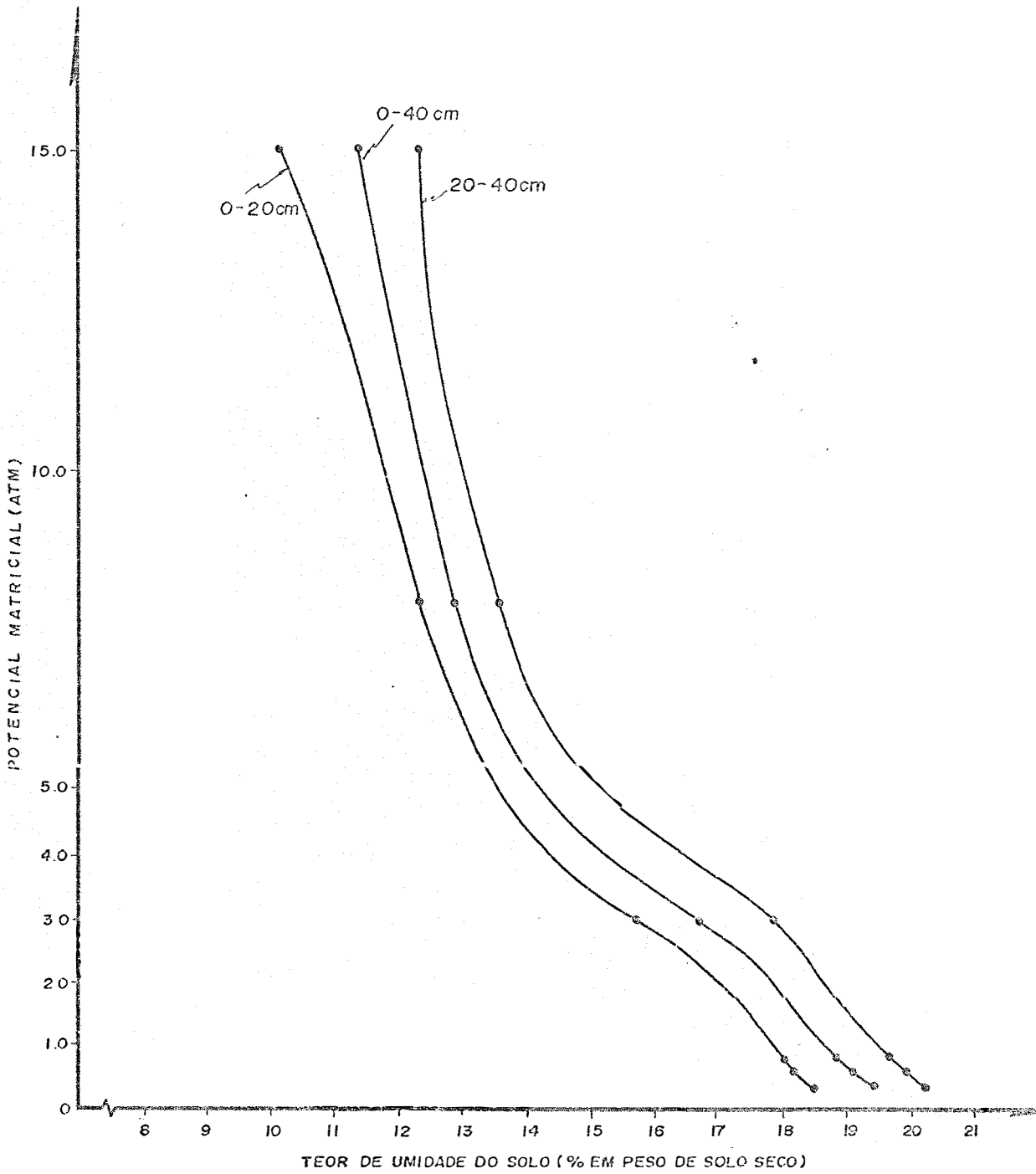


Fig. 1 - Curvas características de umidade do solo nas camadas 0-20, 20-40 e 0-40 cm

Quando as plantas apresentavam de cinco a sete folhas definitivas (10 a 15 cm de altura) foram levadas para o local definitivo.

Conforme indicação do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, a adubação constou de uma aplicação básica no plantio de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio na proporção de 1:10:1, com 600 gramas por metro linear.

Para o primeiro ensaio a semeadura foi feita em 10 de agosto de 1971 e para o segundo ensaio em 25 de abril de 1972.

3.4. Equipamentos e Acessórios

3.4.1. Equipamentos e Acessórios usados para as leituras do Teor Relativo de Água - TRA

3.4.1.1. Câmara de transporte

No processo da obtenção das leituras do TRA, utilizou-se de uma lata de alumínio com fundo falso e divisões, para transporte das folhas amostradas conforme mostra a FIGURA 2. Neste fundo falso havia areia úmida para minimizar a perda de água pelas folhas coletadas.

3.4.1.2. Cilindro amostrador

Cilindro de metal com diâmetro interno de 1 cm, de bordo cortante, destinada a coletar os discos de folhas que em seguida eram imersos em água destilada contida em placas de petri, conforme ilustra a FIGURA 3.

3.4.1.3. Balança de Precisão

Utilizou-se de uma balança elétrica marca Metler, com aproximação até 0,0001 g.

3.4.2. Equipamentos e Acessórios usados para as leituras do Índice Refratométrico - IR

3.4.2.1. Prensa de mão

Para obtenção do suco das folhas amostradas utili-



FIGURA 2 - Câmara de transporte das folhas amostradas.



FIGURA 3 - Cilindro amostrador para coleta de discos de folhas amostradas.

zou-se de uma prensa de mão, especialmente construída para este fim, conforme ilustra a FIGURA 4.

3.4.2.2. Refratômetro

Para a medida dos sólidos solúveis do suco das folhas utilizou-se de um refratômetro de mão, marca Toko, com uma amplitude de escala de 0-32%, com precisão de 0,2%, conforme a FIGURA 5.

3.5. Umidade do solo e irrigação

As determinações do teor de umidade do solo foram realizadas pelo método gravimétrico e se iniciaram em 15 de setembro para o primeiro ensaio e 2 de junho para o segundo ensaio. Foram feitas amostragens diárias, com exceção dos dias de chuva, às profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, com o auxílio de um trado de 3/4", entre o sulco de infiltração e a linha de plantio, com tres repetições para cada tratamento, utilizando-se para o controle da água de irrigação, até a profundidade de 40 cm. SALTER (1954) relata que 90% do sistema radicular do tomateiro localiza-se nos 40 cm superficiais.

Com os dados de umidade obtinha-se os limites do potencial da água do solo, que serviam de base para executar a irrigação em cada tratamento.

A irrigação era feita em sulcos em nível com as extremidades fechadas, e suas dimensões eram de 360 cm de comprimento, 10 cm de profundidade e 20 cm de largura.

A quantidade de água era previamente calculada com base no limite que vai da capacidade de campo, até a umidade correspondente ao potencial da água do solo fixada em cada tratamento.

3.6. Delineamento Experimental

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com tres tratamentos e sete repetições.

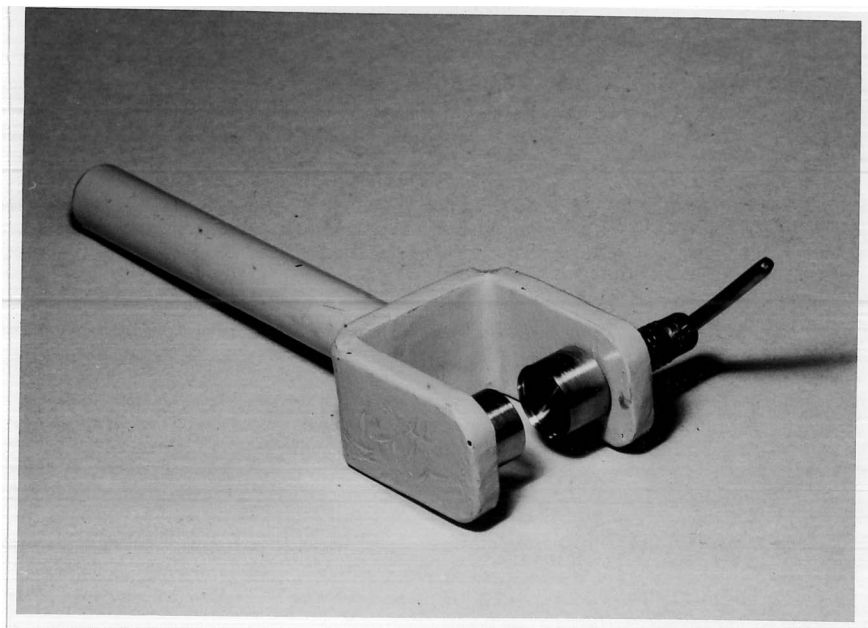


FIGURA 4 - Prensa de mão para obtenção do suco celular.

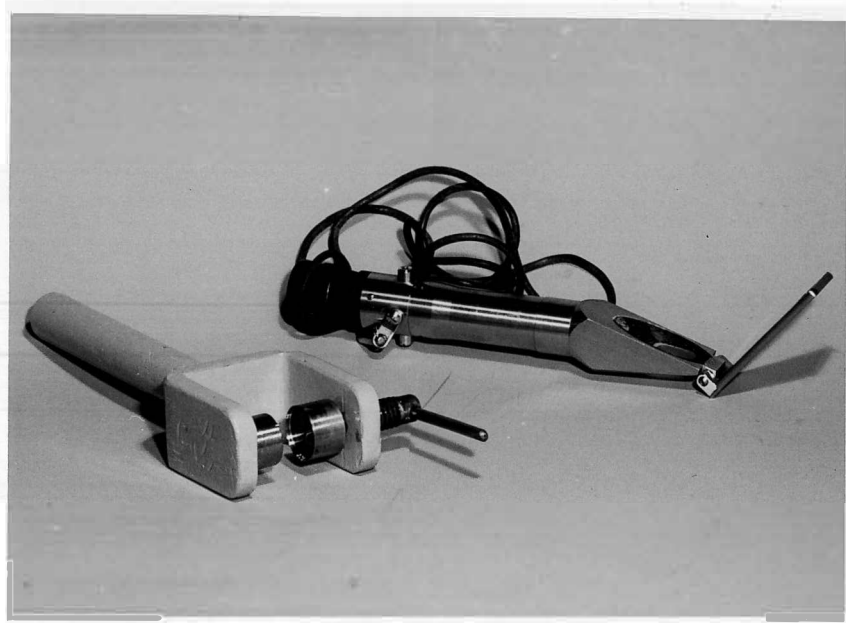


FIGURA 5 - Refratômetro de mão para obtenção das leituras.

Os tratamentos numerados de um a tres, com sete repetições se constituíam em tres diferentes níveis de potencial da água do solo. SCARDUA (1970), KLAR (1972).

Tratamento 1 - Definido pela variação do potencial da água do solo desde os limites da Capacidade de Campo (0,33 atm) até a umidade correspondente a 0,7 atm.

Tratamento 2 - idem, até a umidade correspondente a 3,0 atm

Tratamento 3 - idem, até a umidade correspondente a 15,0 atm.

Cada uma das parcelas componentes do ensaio era constituída por uma linha de seis plantas, separadas por uma linha de igual comprimento, que servia de bordadura.

3.7. Características estudadas na cultura

a. Avaliação do ciclo

Especial importância foi dada aos diferentes estágios da cultura.

GARGANTINI E BLANCO (1963) trabalhando com tomatesiros cultivar Santa Cruz relataram que a partir do início do florescimento havia um rápido incremento na absorção de nutrientes e água, atingindo um máximo no início da colheita. A partir deste ponto decaía sensivelmente a absorção de nutrientes e água. O início de maturação não exerceu influência na absorção de nutrientes.

Desta maneira dividiu-se o ciclo da cultura em tres estágios:

Estágio I - Da sementeira ao início do florescimento

Estágio II - Do início do florescimento ao início da maturação.

Estágio III - Do início da maturação ao final da colheita.

b. Produção

A produção fornecida em quilogramas por planta, foi considerada no presente trabalho como um parâmetro para caracterizar o tratamento diferencial em água fornecida a cada tratamento.

3.8. Teor Relativo de Água (TRA)

O TRA é obtido comparando-se o teor de água de uma folha recentemente colhida (Peso Verde = PV) com o teor de água do mesmo tecido quando turgido (Peso Turgido = PT), tomando-se o Peso Seco (PS) como base para o cálculo e expressando o resultado percentualmente, pela expressão.

$$\text{TRA} = (\text{PV} - \text{PS} / \text{PT} - \text{PS}) \times 100$$

A marcha para a obtenção dos dados para o cálculo do TRA durante o ensaio foi a seguinte:

- a. coleta de folíolos, que eram encerrados na câmara de amostragem, destinada a minimizar a perda de água por evaporação, sendo em seguida levada para o laboratório;
- b. corte das folhas com o cilindro amostrador, com as repetições necessárias;
- c. pesagem dos discos com precisão de 0,0001 g para obtenção do peso verde (PV);
- d. imersão dos discos em água destilada, por um prazo determinado, utilizando-se de placas de petri;
- e. pesagem dos discos após imersão, obtendo-se o peso turgido (PT), tendo-se o cuidado de pesá-los sem a umidade superficial, o que era conseguido secando-os com papel de filtro;
- f. secagem dos discos, por um prazo determinado, em estufa a 90-95°C, e finalmente pesagem dos discos para obtenção do peso seco (PS), após os mesmos terem ficado um certo tempo no dessecador.

Para a execução da marcha acima, várias calibrações foram necessárias no sentido de padronizar o método, para a cultura e as condições locais.

Amostragens - As coletas de folhas foram feitas de tres a quatro vezes por semana durante todo o ciclo.

WERNER (1954) e ELMSTRON (1965) entre outros, relataram que a hora de amostragem, idade das folhas e, sua exposição em relação a insolação exerciam grande influência nas leituras.

Desse modo padronizou-se a hora da coleta entre 7:00 e 7:30 horas, sendo que as folhas eram sempre da mesma idade morfológica e quando possível com mesma exposição. De cada tratamento coletou-se folíolos de duas plantas, sempre, a segunda e terceira posição foliar a partir do topo. A leitura final representou a média de quatro discos de duas plantas.

Tamanho dos discos - Tendo em vista a variação nos diâmetros dos discos, utilizados pelos diferentes autores, objetivou-se encontrar aquele que melhor resultado oferecesse para a cultura do tomateiro. Testou-se discos de 0,8, 1,0 e 1,2 cm de diâmetro, constatando-se que não havia diferenças significativas conforme ilustra o QUADRO 3. Por esta razão adotou-se o disco de 1,0 cm de diâmetro, nos ensaios.

Injeção dos bordos - O problema da injeção de água nos espaços intercelulares através do bordo cortado também foi investigado. Segundo WEATHERLEY (1950), tal tipo de erro resultou sem importância em folhas de algodoeiro. RUTTER e SANDS (1958), chegaram a mesma conclusão para Pinus bem como BARRS e WEATHERLEY (1962) em mamoneira.

Para o caso de folhas de tomateiro, através do QUADRO 3 pode-se perceber que se há erro, este também é desprezível, visto que o disco de 1,2 cm de diâmetro apresenta um perímetro 16,7% maior que o disco de 1,0 cm, e a diferença média entre os valores do TRA é de 0,4%.

QUADRO 3 - Variação do Teor Relativo de Água segundo o tamanho dos discos.

Amostra	TRA% - Diâmetro dos discos		
	0,8 cm	1,0 cm	1,2 cm
1	85,8	85,0	84,6
2	85,6	85,2	85,0
3	85,0	85,1	85,0
4	85,0	84,9	84,8
5	85,0	84,8	84,7
6	85,6	85,0	84,8
7	85,4	85,3	85,0
8	85,3	84,7	84,0
9	85,2	84,8	84,2
10	85,0	85,0	84,0
Média	85,3	85,0	84,6

Luminosidade do ambiente - Segundo WERNER (1954), o ponto de compensação para discos de folhas de batata, estava em torno de 400 Lux. Para BARRS e WEATHERLEY (1962) o ponto de compensação para a mamoneira variou entre 400 e 800 Lux, sendo ótimo em torno de 650 Lux. FISCHER e KOHN (1966), em cevada usaram a luminosidade de 250 Lux.

Após testar várias luminosidades com discos provenientes de uma mesma amostra, optou-se pela luminosidade de 650 Lux por ser aquela que apresentou menor variação média, conforme apresenta o QUADRO 4.

QUADRO 4 - Efeito da intensidade luminosa na variação percentual do peso verde (PV) de discos imersos em água.

Amostra	Intensidade Luminosa - Lux			
	250	450	650	850
1	- 2,00	- 1,60	+ 0,60	+ 2,10
2	- 2,10	- 1,40	+ 0,80	+ 1,60
3	- 2,30	- 1,45	- 0,60	+ 1,20
	- 2,50	- 1,70	+ 0,60	+ 1,50
5	- 2,80	- 1,60	- 0,80	+ 1,30
6	- 2,70	- 1,50	- 0,30	+ 1,80
	- 2,40	- 1,80	- 0,80	+ 1,70
8	- 2,50	- 1,60	+ 1,10	+ 1,90
	- 2,80	- 1,80	- 0,60	+ 1,40
10	- 2,80	- 1,70	+ 0,40	+ 1,80
Média	- 2,50	- 1,60	+ 0,40	+ 1,63

Tempo de imersão dos discos - BARRS e WEATHERLEY (1962) relataram que a absorção de água pelos discos de folhas desenvolvia-se em duas fases distintas, a primeira associada com a eliminação do déficit passivo de água e a segunda consequente do crescimento do tecido. A segunda fase (Fase II) não começaria enquanto não terminasse a primeira fase (Fase I). Para mamoneira a Fase I terminaria em quatro horas, enquanto que a Fase II poderia ser minimizada por inibidores metabólicos.

Objetivando-se encontrar o tempo referente a Fase I para discos de folhas de tomateiro, instalou-se duas séries de testes. Na primeira, discos de uma mesma amostra foram imersos em água destilada a $22 \pm 1^\circ\text{C}$.

Na segunda, discos também da mesma amostra foram imersos numa solução de KCN (Cianeto de Potássio) 10^{-3}M , também a $22 \pm 1^\circ\text{C}$. A luminosidade para ambas as séries foi de 650 Lux.

Para as duas séries, feitas com as devidas repetições, a Fase I terminou entre uma hora e uma hora e vinte minutos, sem variação do peso verde (PV), e a Fase II sofreu uma variação menor na série que apresentava o inibidor, Fig. 6.

Tempo de secagem - Após vários testes com amostras apresentando diferentes teores de umidade conclui-se que duas horas de secagem em estufa a 90-95°C não haviam mais variação no peso seco, conforme mostra a FIGURA

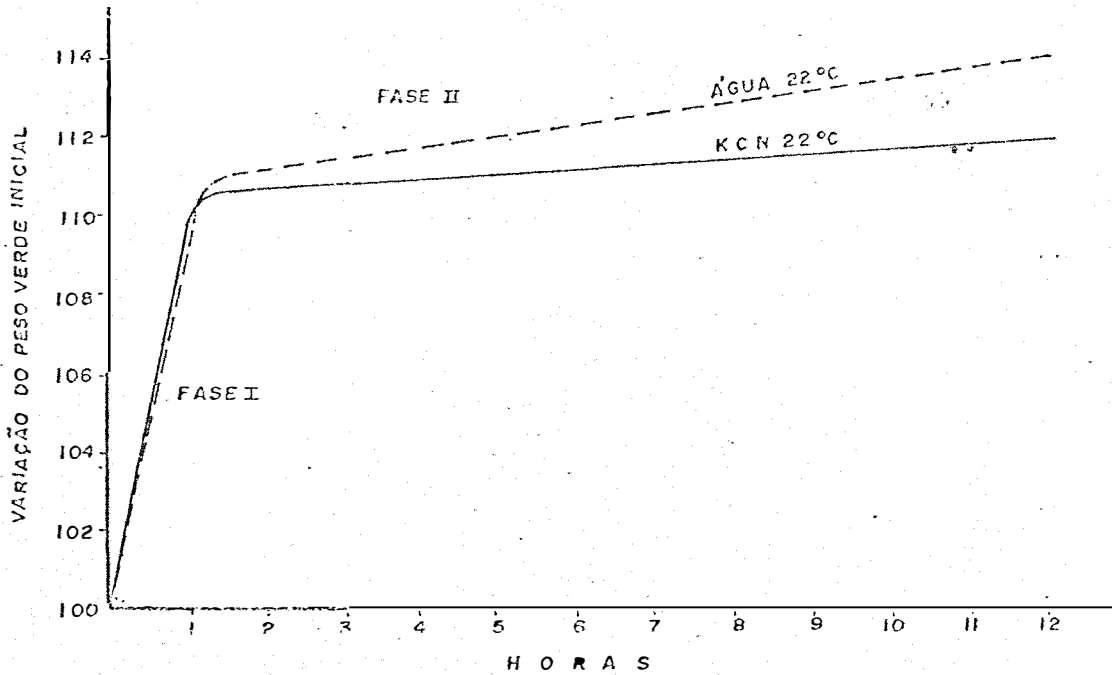


Fig. 6- Variação do peso verde de discos imersos em água destilada e em solução de KCN a 10⁻³M, com o tempo

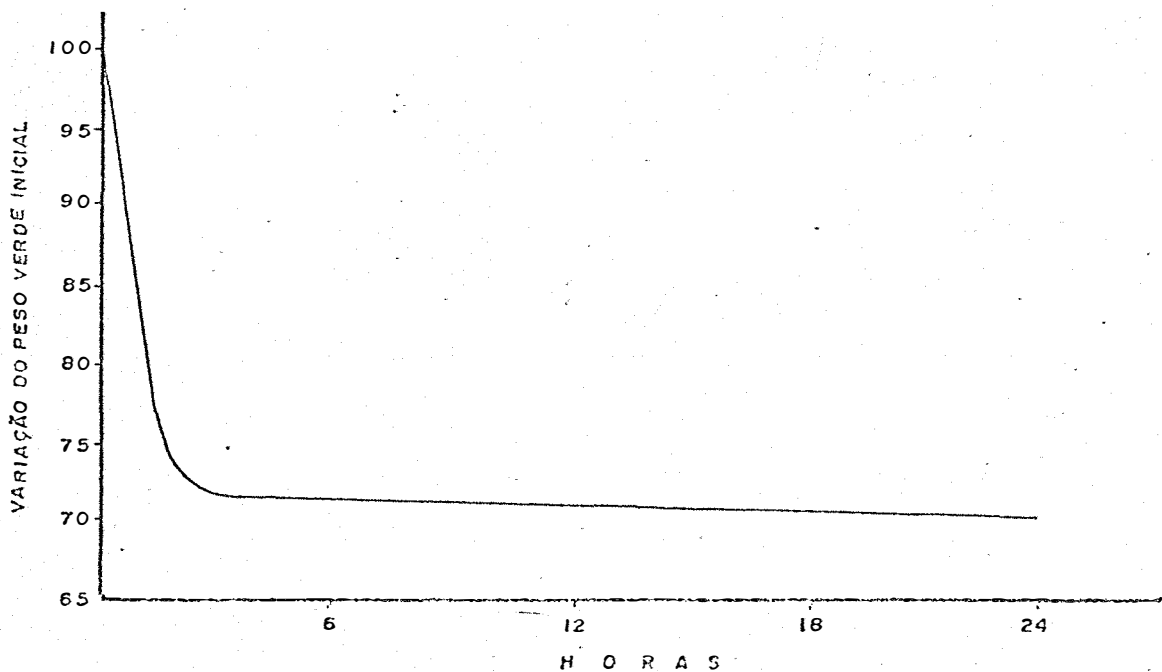


Fig. 7-Variação percentual do peso verde inicial, de discos em estufa, com o tempo.

3.9. Índice Refratométrico (IR)

As leituras refratométricas variam de acordo com a quantidade de sólidos solúveis presentes no suco celular, conforme demonstrado originalmente por BELIK (1960).

Com o auxílio do refratômetro de mão calibrado em percentagem de sacarose foi possível obter-se leituras da concentração do suco celular. Devido a grande quantidade de substâncias contaminantes como amido e clorofila, seria mais adequado afirmar que as leituras obtidas são índices que dimensionam a propriedade do suco celular em refletir a luz.

A marcha para obtenção dos dados foi a seguinte:

- a - coleta dos folíolos;
- b - prensagem para obtenção do suco;
- c - colocação de uma a duas gotas no refratômetro e leitura, e finalmente;
- d - lavagem e secagem do aparelho.

Para execução da marcha acima, várias calibrações foram necessárias no sentido de padronizar o método, para a cultura e as condições locais.

Amostragem - As coletas foram feitas de tres a quatro vezes por semana durante todo o ciclo.

Segundo FARKAS e PRATT (1962), as leituras refratométricas variam segundo a idade das folhas, sendo maior nas folhas mais novas. A posição das folhas também exerceu influência nas leituras. Desse modo coletou-se amostras de folhas de mesma idade morfológica.

De cada tratamento coletou-se folíolos de duas plantas, sempre a segunda e terceira posição foliar a partir do topo. A leitura final representou a média de quatro folíolos de duas plantas.

Hora do dia - A partir das 6:00 horas e com intervalos de duas horas, até as 18:00 horas, mediu-se o IR, ao mesmo tempo que se fazia amostragens do solo a 0,40 cm, para determinar a sua umidade gravimetricamente.

Os dados do QUADRO 5 mostram que houve uma variação muito grande nas leituras com o decorrer do dia, conforme já relatado por ELMSTRON (1965).

Desse modo padronizou-se a hora das leituras entre 6:00 e 7:00 horas.

QUADRO 5 - Variação do IR com a hora do dia.

Hora	Umidade do Solo %	Média Leituras
6	13,5	8,0
8	18,5	8,3
10	18,3	9,0
12	18,2	10,0
14	18,0	11,9
16	17,9	10,0
18	17,7	9,2

3.10. Análise estatística dos resultados

As observações referentes a produção da cultura foram submetidas a análise de variância, a fim de avaliar o efeito dos tratamentos diferenciais na dotação de água.

As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey.

Para avaliar a interação entre as leituras do TRA e IR e o Potencial da Água do Solo utilizou-se das análises de regressão e correlação linear, para os diferentes estágios da cultura.

A significância do coeficiente de correlação e do coeficiente angular foi obtida através do Teste "t".

Os processos estatísticos adotados são os expostos por PIMENTEL GOMES (1970).

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos para os tratamentos a diferentes potenciais de umidade estão expostos nos QUADROS que se seguem:

4.1. Produção

As produções obtidas referentes aos tres tratamentos para os dois ensaios, podem ser observadas no QUADRO 6 .

A análise de variância e o teste de Tukey para estes dados podem ser vistos no QUADRO 7 .

QUADRO 6 - Produção de tomates em quilogramas por planta (1º e 2º Ensaio)

En- saio	Trat.	REPETIÇÕES							Médias
		1	2	3	4	5	6	7	
1º	1	7,00	7,20	5,80	6,20	5,60	6,00	5,50	6,19
	2	6,60	6,60	6,00	6,20	6,00	6,80	6,20	6,34
	3	5,80	5,60	5,50	5,80	5,00	5,50	5,80	5,57
2º	1	3,80	2,60	3,10	4,40	3,60	4,00	2,80	3,47
	2	3,00	3,50	3,70	4,60	3,70	4,40	3,80	3,81
	3	3,20	2,80	2,50	3,20	2,90	3,20	3,20	3,00

QUADRO 7 - Análise de variância, teste de Tukey e Coeficiente de Variação dos valores relativos a produção média por planta (1º e 2º Ensaio)

Tratamentos	1º Ensaio (Médias)	2º Ensaio (Médias)
1	6,19 6,34 5,57	3,47 3,81 3,00
F Trat.	8 873++	7 188++
Blocos	2,830 n.s.	2,938n.s.
d.m.s. 5%	0 298	0 332
(Tukey) 1%	0,445	0,399
C.V. %	6 00	11 77

++ Valores significativos ao nível de 1% de probabilidade

4.2. Leituras obtidas

Um dos objetivos do presente estudo foi obter informações a respeito da correlação entre leituras do TRA e IR e o potencial da Água do Solo.

Dada a impossibilidade de se obter dados de cada estágio completo, em virtude das chuvas que ocorreram na época, foram aproveitados intervalos limitados pela estiagem e que variaram entre 8 e 12 dias. Nestes intervalos foi possível realizar um controle satisfatório da umidade e do potencial da água do solo.

Todos os tratamentos tiveram os mesmos intervalos e portanto as mesmas condições climatológicas.

Durante o ciclo da cultura foram aproveitados cinco intervalos distribuídos nos três estágios; sendo um no Estágio I, dois no Estágio II e dois no Estágio III, para ambos os ensaios. No Estágio III do tratamento três aproveitou-se somente um intervalo, no primeiro ensaio.

Os QUADROS de 8 a 13 e as FIGURAS de 8 a 13 mostram os resultados do TRA e IR, bem como a umidade e o potencial da água do solo, nos diferentes intervalos, para os tres tratamentos, durante o primeiro e segundo ensaio.

Os resultados relativos a análise de correlação e regressão encontram-se nos QUADROS 14 e 15, e nas FIGURAS de 14 a 25 .

4.3. Umidade do solo e irrigação

O QUADRO 16, resume a quantidade total de água recebida por cada tratamento, nos dois ensaios.

QUADRO 16 - Quantidade de água recebida por tratamento (1º e 2º Ensaio)

Ensaio	Trat.	Precipitação mm	Irrigação mm	Total mm
1º	1	491,80	166,10	657,90
	2	491,80	131,40	623,20
	3	491,80	80,50	572,30
2º	1	455,10	189,00	644,10
	2	455,10	161,40	616,50
	3	455,10	79,50	534,60

QUADRO 3 - Intervalos, umidade do solo, potencial da água do solo e respectivas leituras de TRA e IR (1º Ensaio T₁).

Intervalo	Umidade %	Potencial água-solo -atm-	TRA %	IR %
15-23/9 1º	18,10	1,80	93,0	5,4
	19,50	0,33	95,5	5,4
	18,80	0,80	93,5	5,6
	18,10	1,80	92,0	5,8
	19,50	0,33	95,0	5,6
	18,50	1,10	94,0	5,2
	17,80	2,10	92,0	6,0
	19,50	0,33	94,5	5,0
13-20/10 2º	20,20	0,20	96,0	5,4
	19,20	0,50	96,0	5,6
	18,00	1,90	93,0	6,0
	19,50	0,33	95,0	5,6
	18,40	1,20	94,5	5,8
	19,50	0,33	96,0	5,6
	18,10	1,80	93,0	7,0
2-10/11 3º	19,50	0,33	95,5	5,5
	20,30	0,20	96,0	6,0
	19,40	0,40	95,0	6,0
	18,10	1,80	93,0	7,2
	19,50	0,33	95,0	5,8
	18,20	1,60	92,5	6,0
	18,30	1,30	93,5	6,0
	19,50	0,33	96,5	6,0
27-30/11 8-11/12 4º	18,10	1,80	93,5	6,4
	19,80	0,30	96,0	6,6
	19,00	0,60	96,0	7,2
	18,00	1,90	93,5	6,8
	19,50	0,33	95,0	6,0
	20,60	0,20	96,5	5,4
	19,80	0,30	96,0	6,0
	19,00	0,60	94,0	6,2
9-16/1 5º	18,50	1,10	94,5	6,0
	19,30	0,40	96,0	6,0
	18,30	1,30	93,0	7,0
	19,50	0,33	95,5	6,4
	18,30	1,30	94,5	6,8
	19,50	0,33	96,5	6,2
	18,40	1,20	93,0	7,0
	19,50	0,33	95,0	6,6
18,20	1,60	92,0	7,2	

QUADRO 9 - Intervalos, umidade do solo, potencial de água do solo e respectivas leituras de TRA e IR (1º Ensaio T₂)

Intervalo	Umidade %	Potencial água-solo -atm-	TRA %	IR %
15-22/9 1º	17,00	2,70	92,0	6,5
	16,40	3,20	90,0	7,0
	19,50	0,33	95,0	5,8
	18,30	0,80	92,5	6,0
	13,10	1,80	92,0	5,6
	17,40	2,40	91,0	6,1
	16,90	2,00	91,0	6,3
	16,40	3,20	89,5	6,6
13-20/10 2º	19,60	0,33	96,5	6,0
	18,20	1,60	96,0	6,2
	17,20	2,60	91,0	6,1
	16,50	3,10	92,0	6,8
	19,50	0,33	96,0	5,6
	18,10	1,80	94,5	6,4
	17,20	2,60	91,0	6,0
	16,50	3,10	91,0	6,4
2-10/11 3º	20,30	0,20	95,0	6,2
	19,30	0,40	95,5	6,4
	17,10	2,70	91,0	6,8
	16,40	3,20	90,0	6,4
	19,50	0,33	96,0	7,0
	18,10	1,80	94,0	6,6
	17,10	2,70	92,0	6,8
	16,30	3,30	90,0	7,2
27/11-1/12 8-12/12 4º	19,70	0,30	96,0	6,8
	18,40	1,20	95,0	6,9
	17,20	2,60	90,0	7,3
	16,50	3,10	91,0	7,0
	19,70	0,30	96,5	5,6
	18,50	1,10	92,5	7,0
	17,10	2,70	92,0	5,8
	16,40	3,20	91,0	6,0
9-17/1 5º	20,00	0,20	96,0	5,4
	18,80	0,80	95,0	6,0
	16,90	2,80	93,0	5,8
	16,30	3,30	92,5	7,0
	19,50	0,33	95,5	7,2
	18,30	1,30	92,0	7,0
	17,30	2,50	92,0	6,8
	16,50	3,10	90,0	7,4

QUADRO 10 - Intervalos, umidade do solo, potencial de água do solo e respectivas leituras de TRA e IR (1º Ensaio T₃)

Intervalo	Umidade %	Potencial água-solo -atm-	TRA %	IR %
15-24/9 1º	19,50	0,33	95,5	6,0
	15,00	4,10	90,0	7,8
	14,40	4,70	89,0	8,0
	13,90	5,40	87,0	8,6
	13,40	6,40	86,0	8,7
	12,60	9,30	82,0	10,0
	12,20	11,10	78,0	10,0
	11,80	13,00	76,0	11,0
13-23/10 2º	19,80	0,30	96,0	6,0
	18,70	0,90	94,0	6,2
	16,80	2,90	92,0	6,1
	15,20	4,00	89,0	7,4
	14,50	4,60	89,0	8,0
	13,90	5,40	87,0	8,1
	12,90	8,00	85,0	9,4
	12,50	9,80	82,0	9,4
2-14/11 3º	19,60	0,33	96,5	6,1
	18,50	1,10	95,0	6,0
	16,70	3,00	90,0	6,2
	15,10	4,10	89,5	7,8
	13,80	5,60	89,0	8,0
	12,70	8,90	81,0	10,0
	11,90	12,50	82,0	10,0
	11,60	14,40	77,0	11,5
8-17/1 5º	19,50	0,33	95,5	5,8
	18,50	1,10	94,0	6,1
	16,80	2,90	92,0	6,0
	15,40	3,80	90,0	7,5
	14,80	4,30	89,0	8,0
	14,20	5,00	89,0	8,2
	13,70	5,80	86,0	8,8
	13,20	7,00	85,0	9,4

QUADRO 11 - Intervalos, umidade do solo, potencial de água do solo e respectivas leituras de TRA e IR (2º Ensaio T₁)

Intervalo	Umidade %	Potencial água-solo -atm-	TRA %	IR %
4-15/6 1º	19,50	0,33	95,5	6,8
	18,70	0,90	95,0	6,8
	18,10	1,80	94,0	7,1
	19,50	0,33	95,0	6,8
	18,60	1,00	94,0	6,8
	17,90	2,00	93,0	7,2
	19,50	0,33	95,5	6,6
	18,10	1,80	94,0	7,0
19-25/6 2-4/7 2º	19,60	0,33	96,0	6,7
	18,50	1,10	95,0	7,0
	19,50	0,33	95,5	6,6
	18,60	1,00	94,5	6,8
	17,90	2,00	93,5	7,0
	19,50	0,33	95,0	6,8
	18,40	1,20	94,0	7,0
	19,50	0,33	95,5	6,4
17/7-2/8 3º	19,50	0,33	95,5	6,6
	18,40	1,20	94,5	7,0
	19,50	0,33	95,5	6,6
	18,50	1,10	94,5	7,0
	17,70	2,10	93,0	7,0
	19,50	0,33	95,0	6,7
	18,40	1,20	94,5	7,0
	19,50	0,33	95,5	6,8
10-20/8 4º	19,50	0,33	96,0	6,6
	18,50	1,10	94,5	6,8
	18,40	1,20	94,0	6,8
	19,50	0,33	95,0	6,8
	18,40	1,20	94,0	7,0
	19,50	0,33	95,5	7,0
	18,60	1,00	94,5	7,0
	17,70	2,10	93,0	7,2
14-21/9 5º	19,30	0,40	95,5	6,6
	18,30	1,30	94,0	7,0
	19,50	0,33	95,0	6,8
	18,50	1,10	94,0	7,0
	19,50	0,33	95,0	7,2
	18,40	1,20	94,5	7,2
	19,50	0,33	95,5	6,6
	18,60	1,00	94,0	6,8

QUADRO 12 - Intervalos, umidade do solo, potencial de água do solo e respectivas leituras de TRA e IR (2º Ensaio T₂)

Intervalo	Umidade %	Potencial água-solo -atm-	TRA %	IR%
3-14/6 1º	18,00	1,90	93,5	7,1
	17,00	2,70	92,0	7,4
	16,20	3,30	90,0	7,8
	19,50	0,33	95,0	7,0
	17,80	2,10	93,0	7,1
	16,70	3,00	91,0	8,0
	16,30	3,30	92,0	7,8
	19,50	0,33	95,0	6,8
19/6-3/7 2º	18,50	1,10	95,0	6,8
	17,20	2,60	93,0	7,3
	16,20	3,30	90,0	8,0
	19,50	0,33	95,5	6,8
	16,50	3,10	90,0	8,4
	19,50	0,33	95,0	7,0
	16,90	2,80	91,0	8,0
	16,40	3,20	91,0	8,0
18/7-1/8 3º	19,40	0,40	95,0	6,8
	17,70	2,10	93,0	7,0
	16,50	3,10	92,0	8,0
	19,50	0,33	95,0	6,8
	17,60	2,20	93,0	7,1
	17,20	2,60	93,0	7,4
	16,20	3,30	90,0	8,2
	19,50	0,33	95,5	6,6
9-20/8 4º	18,80	0,80	94,5	6,8
	17,30	2,50	93,0	7,1
	16,20	3,30	91,0	8,0
	19,50	0,33	95,5	6,8
	17,90	2,00	93,0	7,1
	16,70	3,00	91,0	7,6
	16,30	3,30	90,0	8,0
	19,50	0,33	94,5	7,0
14-21/9 5º	19,10	0,50	95,0	6,8
	18,30	1,30	94,5	7,0
	17,60	2,20	93,0	7,3
	17,00	2,70	92,5	7,8
	16,50	3,10	91,0	8,0
	19,50	0,33	95,0	6,8
	18,60	1,00	94,5	7,2
	17,90	2,00	93,0	7,4

QUADRO 13 - Intervalos, umidade do solo, potencial de água do solo, e respectivas leituras de TRA e IR (2º Ensaio T₃)

Intervalo	Umidade %	Potencial água-solo -atm-	TRA %	IR %
3-17/6 1º	17,00	2,70	91,0	7,7
	15,90	3,50	89,5	8,2
	14,90	4,20	88,0	8,8
	14,10	5,10	87,0	9,2
	13,30	6,70	85,0	10,5
	12,70	8,90	84,5	10,0
	12,10	11,70	80,0	11,0
	11,50	15,00	76,0	13,0
19/6-5/7 2º	18,80	0,80	94,5	7,0
	16,40	3,20	89,0	8,0
	15,40	3,80	89,5	10,0
	14,50	4,60	87,0	9,8
	13,70	5,80	86,5	9,6
	12,90	8,00	82,0	10,8
	12,10	11,70	78,0	12,8
	11,60	14,40	77,0	13,0
17/7-2/8 3º	19,30	0,40	95,0	7,0
	17,40	2,40	92,5	7,2
	15,90	3,50	90,0	8,0
	14,60	4,50	88,5	9,0
	13,50	6,20	87,0	10,0
	13,10	7,30	83,0	10,0
	12,20	11,10	80,0	11,0
	11,80	13,00	78,0	12,8
10-20/8 4º	17,90	2,00	93,0	7,2
	16,30	3,30	91,0	8,1
	15,10	4,10	89,0	8,7
	14,00	5,30	86,0	9,4
	13,50	6,20	86,5	10,0
	13,10	7,30	84,0	10,0
	12,70	8,90	83,5	10,4
	12,30	10,60	79,5	11,0
14-21/9 5º	19,30	0,40	95,5	6,4
	18,40	1,20	94,0	6,8
	17,60	2,20	91,5	7,4
	16,90	2,80	91,0	8,0
	16,20	3,30	90,0	8,6
	15,50	3,80	90,0	8,2
	14,90	4,20	88,0	9,0
	14,30	4,90	87,5	9,4

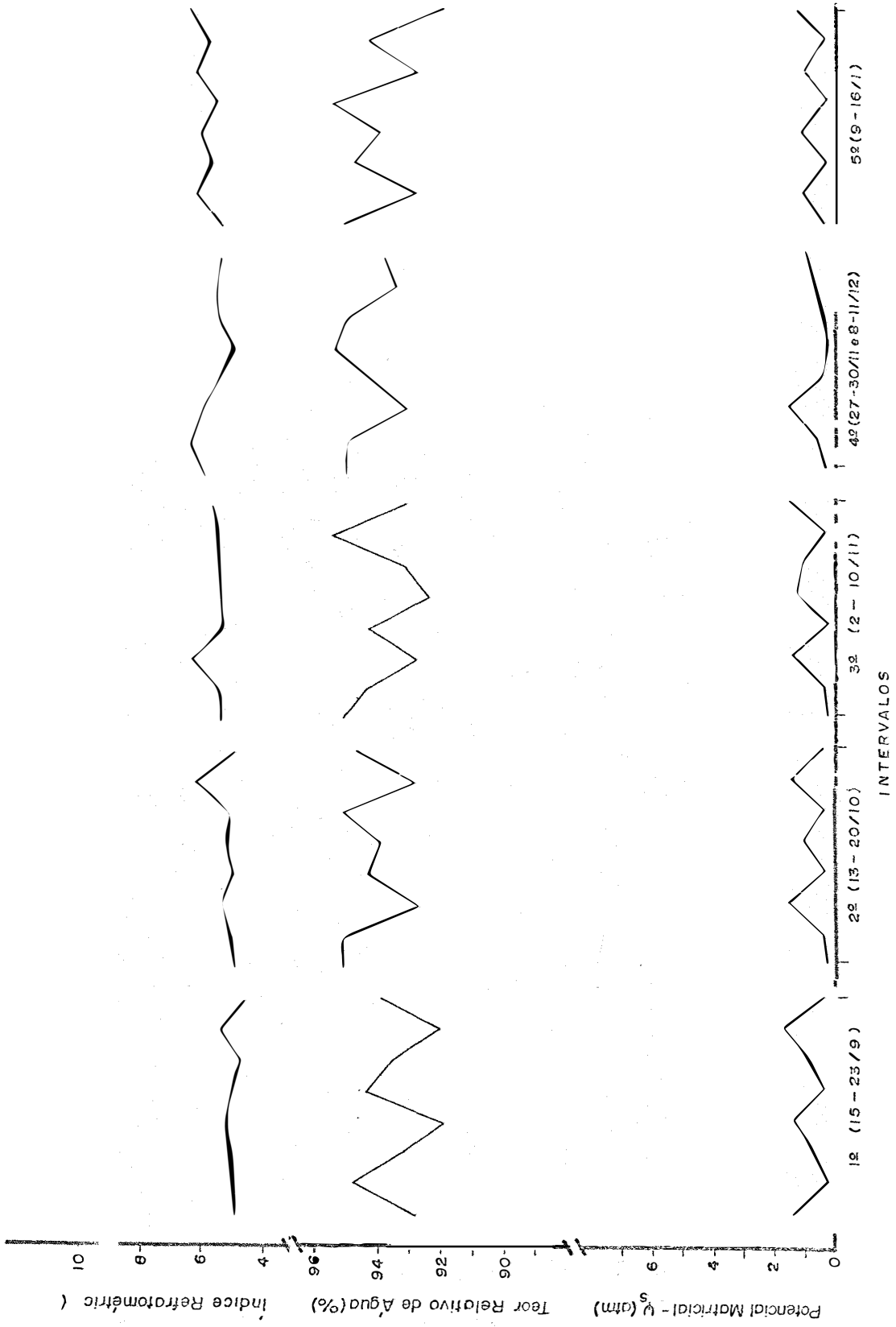


Fig. 8 - Estimativas do potencial da água do solo para valores ate 0.7 atmosfera e respectivas leituras de Teor Relativo de Água e Índice Refratométrico. - 1^o Ensaio.



Fig. 9 - Estimativas do potencial da água do solo para valores até 3.0 atmosferas e respectivas leituras de Teor Relativo de Água e Índice Refratométrico. - 1ª Ensaio.

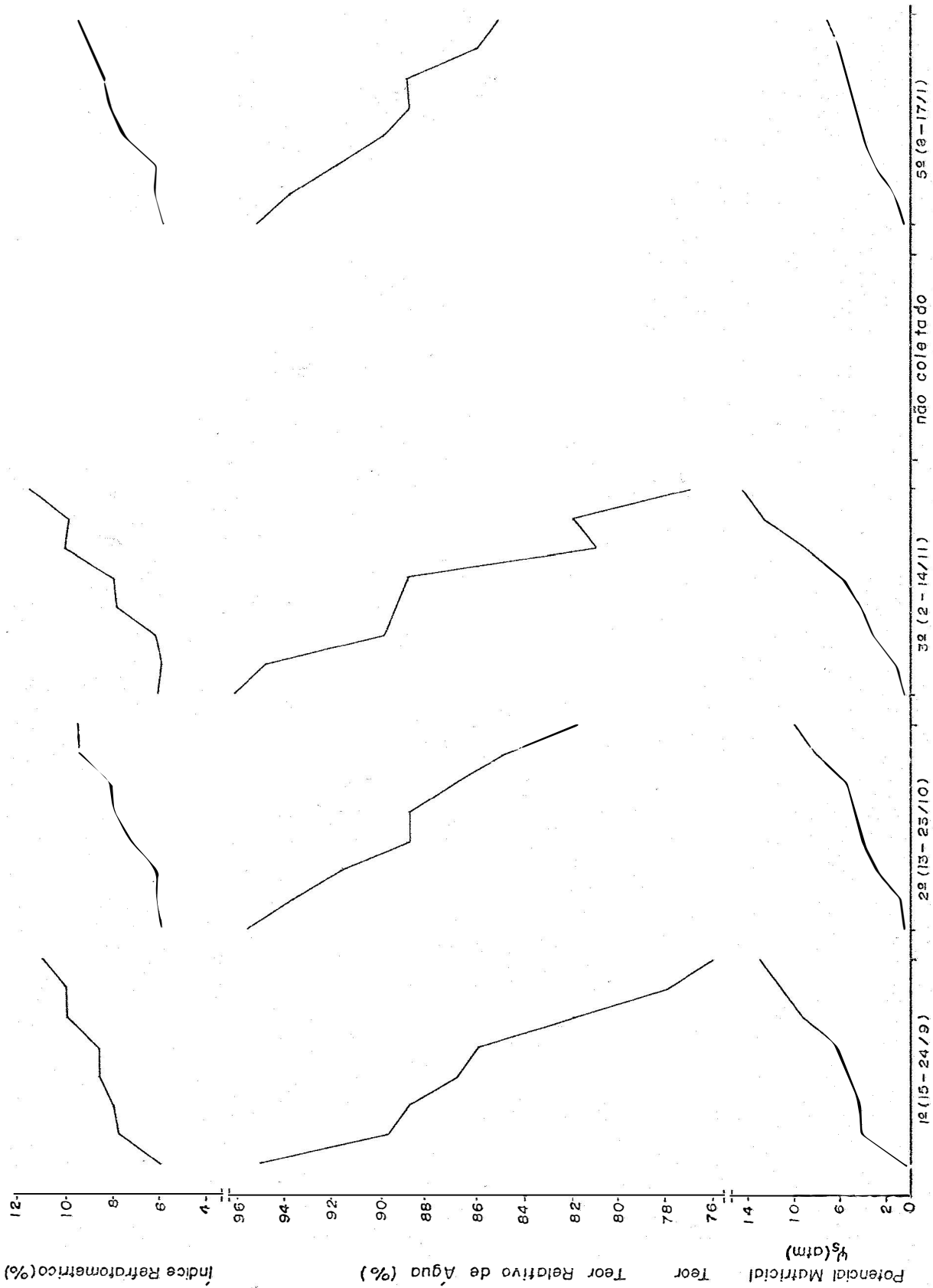


Fig. 10 - Estimativas do potencial da água do solo para vulcões até 15.0 atmosferas e respectivas leituras de Teor Relativo de Água e Índice Refratométrico - 1º Ensein

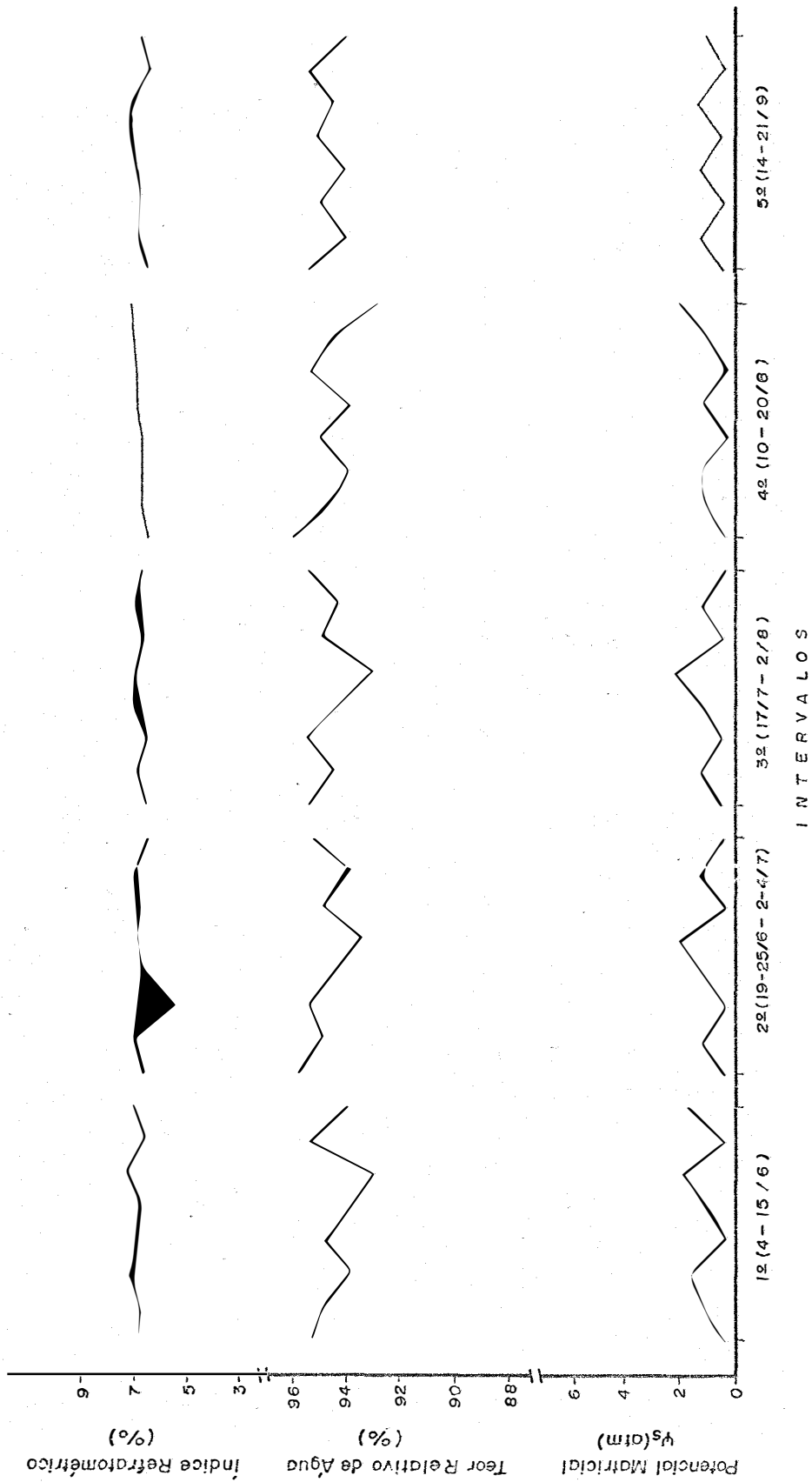


Fig. 11 - Estimativas do potencial da água do solo para valores até 0,7 atmosfera e respectivas leituras de Teor Relativo de Água e Índice Refratométrico. 2ª Ensaio.

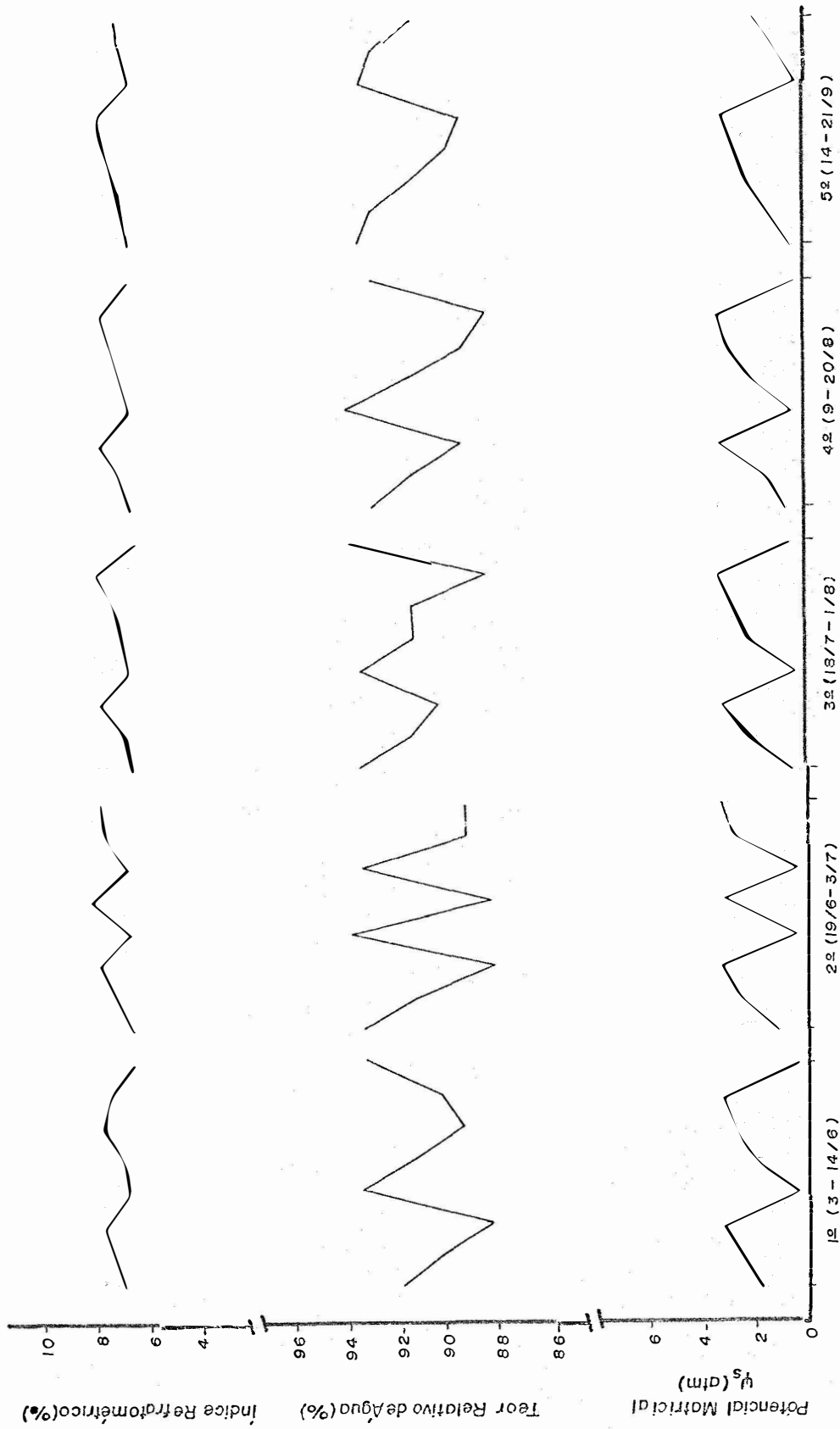


Fig. 12 - Estimativas do potencial da água do solo para valores até 3.0 atmosferas e respectivas leituras de Teor Relativo de Água e Índice Refratométrico. - 2º Ensaio.

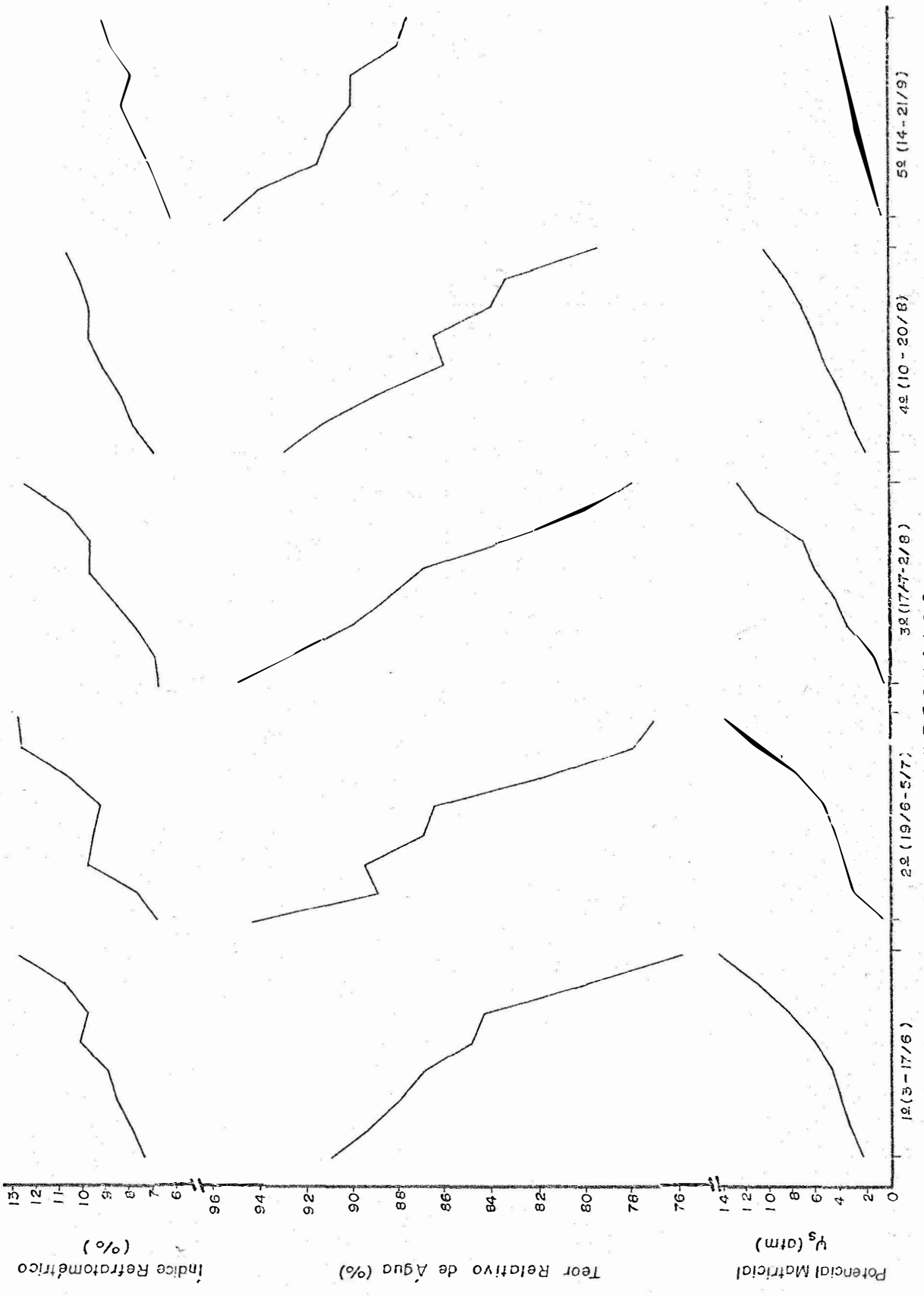


Fig. 13 - Estimativas do potencial da água do solo por valores de 15,0 atmosferas e respectivas leituras de Teor Relativo de Água e Índice

QUADRO 14 - Análises de correlação e regressão entre valores de TRA e IR e o potencial da água do solo - 1º Ensaio

Teor Relativo de Água						
Trat.	Int	r	t(r)	\hat{a}	\hat{b}	t(b)
T ₁	1º	-0,7899	-9,4662**	23,2565	-0,2933	-9,4662**
	2º	-0,8299	-10,9350**	25,9526	-0,3265	-10,9350**
	3º	-0,8308	-10,9704**	23,0192	-0,2885	-10,9704**
	4º	-0,6491	-6,2704**	17,3833	-0,2161	-6,2704**
	5º	-0,7506	-9,4836**	15,4681	-0,1911	-9,4836**
T ₂	1º	-0,8383	-11,3000**	36,3038	-0,4662	-11,3000**
	2º	-0,8832	-13,8410**	26,9949	-0,3320	-13,8410**
	3º	-0,9231	-17,6431**	34,3666	-0,4347	-17,6431**
	4º	-0,8297	-10,9220**	27,8349	-0,3480	-10,9220**
	5º	-0,7614	-8,6299**	29,7856	-0,3725	-8,6299**
T ₃	1º	-0,9818	-37,9544**	56,4876	-0,7296	-37,9544**
	2º	-0,9677	-28,2079**	54,1371	-0,6961	-28,2079**
	3º	-0,9466	-21,5707**	61,0642	-0,7834	-21,5707**
	5º	-0,9736	-31,3583**	46,4428	-0,5932	-31,3583**
Índice Refratométrico						
T ₁	1º	0,4556	3,7614*	-7,7703	0,6514	3,7614*
	2º	0,7669	8,7817**	-10,7035	0,8276	8,7817**
	3º	0,6165	5,7541**	-10,8373	0,8215	5,7541**
	4º	0,3773	2,9939*	-3,8396	0,3135	2,9939*
	5º	0,7213	7,6528**	-8,9917	0,6594	7,6528**
T ₂	1º	0,6517	6,3133**	-13,4960	1,0841	6,3133**
	2º	0,5840	5,2868**	-16,4716	1,2780	5,2868**
	3º	0,3143	2,4330*	-10,5520	0,8265	2,4330*
	4º	0,0490	0,3602 n.s.	-0,7956	0,0639	0,3602 n.s.
	5º	0,3197	2,4796*	-4,3197	0,4135	2,4796*
T ₃	1º	0,9089	16,0170**	-28,5129	2,0483	16,0170**
	2º	0,9078	15,9043**	-25,0702	1,8588	15,9043**
	3º	0,9094	16,0711**	-27,4519	2,0415	16,0711**
	5º	0,8882	14,2038**	-16,1096	1,2582	14,2038**

** - Significancia a nível de 1% de probabilidade

* - Significancia a nível de 5% de probabilidade

QUADRO 15- Análises de correlação e regressão entre valores de TRA e IR e o potencial da água do solo - 2º Ensaio

		Teor Relativo de Água				
Trat.	Int.	r	t(r)	\hat{a}	\hat{b}	t(b)
T ₁	1º	-0,8265	-10,7906**	38,2056	-0,4860	-10,7906**
	2º	-0,7997	-9,7886**	32,6805	-0,4138	-9,7886**
	3º	-0,8412	-11,4318**	36,5885	-0,4653	-11,4318**
	4º	-0,8184	-10,4676**	29,1730	-0,3684	-10,4676**
	5º	-0,7136	-7,4864**	24,7434	-0,3127	-7,4864**
T ₂	1º	-0,9147	-16,6280**	42,4318	-0,5418	-16,6280**
	2º	-0,9268	-18,1293**	35,6412	-0,4511	-18,1293**
	3º	-0,9157	-16,7467**	42,3046	-0,5392	-16,7467**
	4º	-0,9150	-16,6741**	39,2467	-0,4999	-16,6741**
	5º	-0,8708	-13,0170**	38,4643	-0,4884	-13,0170**
T ₃	1º	-0,9716	-30,1687**	80,1296	-1,0791	-30,1687**
	2º	-0,9572	-24,2949**	65,1713	-0,8631	-24,2949**
	3º	-0,9692	-28,9216**	61,0275	-0,7956	-28,9216**
	4º	-0,9618	-25,8201**	56,4996	-0,7357	-25,8201**
	5º	-0,9535	-23,2455**	38,3705	-0,4887	-23,2455**
Índice Refratométrico						
T ₁	1º	0,5791	5,2200**	18,9850	1,3195	5,2200**
	2º	0,5479	4,8124**	13,3474	0,9387	4,8124**
	3º	0,5062	4,3133*	13,5088	0,9489	4,3133*
	4º	0,3758	2,9798*	9,7210	0,7007	2,9798*
	5º	0,3160	2,4472*	4,8640	0,3688	2,4472*
T ₂	1º	0,7267	7,7735**	22,8191	1,5834	7,7735**
	2º	0,8144	10,3144**	19,9946	1,3866	10,3144**
	3º	0,8212	10,5747**	20,8704	1,4542	10,5747**
	4º	0,7416	8,1226**	21,5252	1,4988	8,1226**
	5º	0,8068	10,0367**	20,4293	1,4100	10,0367**
T ₃	1º	0,7835	9,2670**	23,5169	1,6888	9,2670**
	2º	0,8546	12,0944**	26,3719	1,7825	12,0944**
	3º	0,8791	13,5526**	25,3117	1,7682	13,5526**
	4º	0,8173	10,4240**	22,5056	1,6040	10,4240**
	5º	0,8978	14,9773**	15,5637	1,1255	14,9773**

** - Significância a nível de 1% de probabilidade

* - Significância a nível de 5% de probabilidade

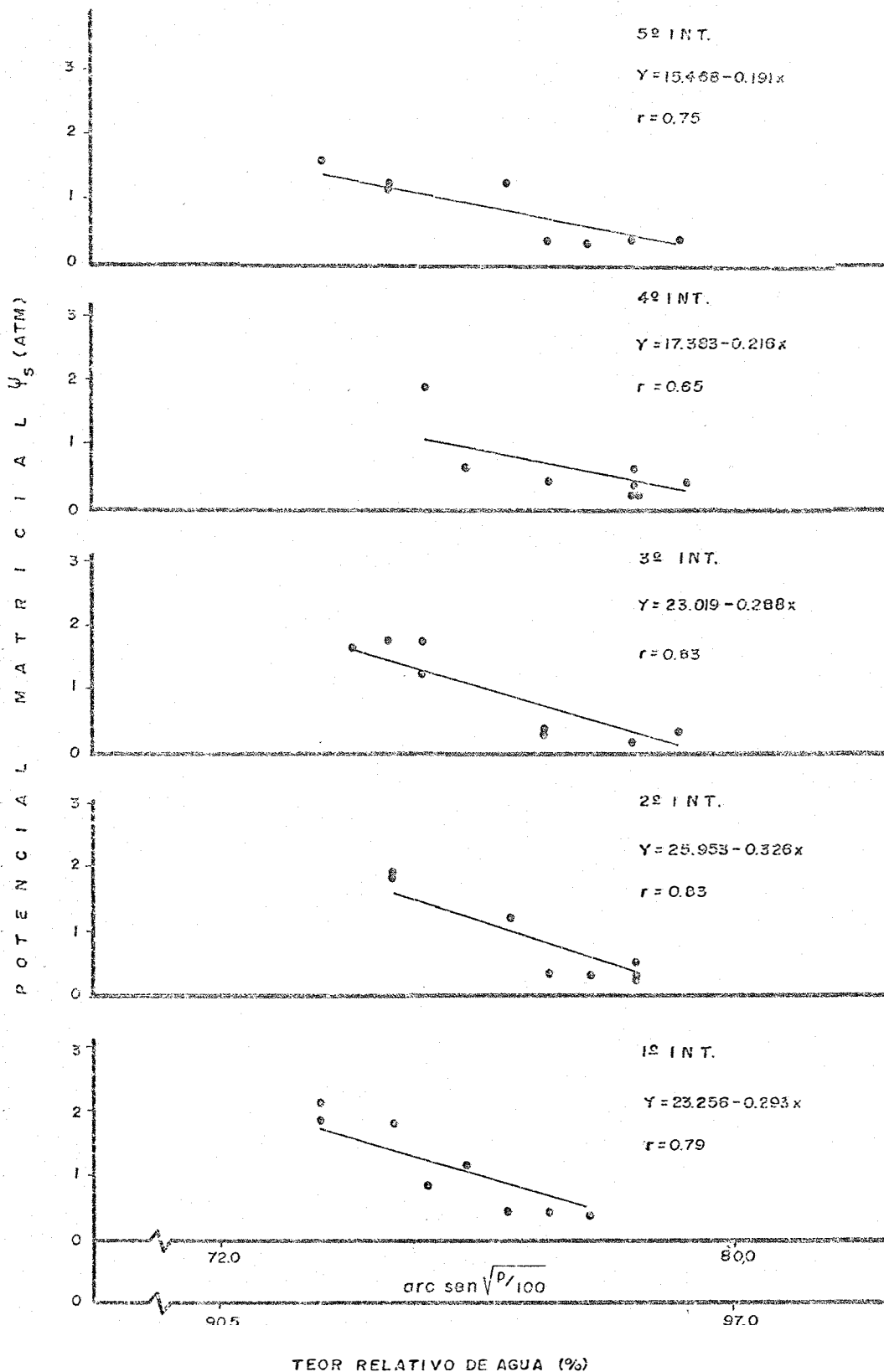


Fig. 14 - Curvas de regressão para valores de Ψ_s até 0,7 ATM - TRA - 1º ensaio

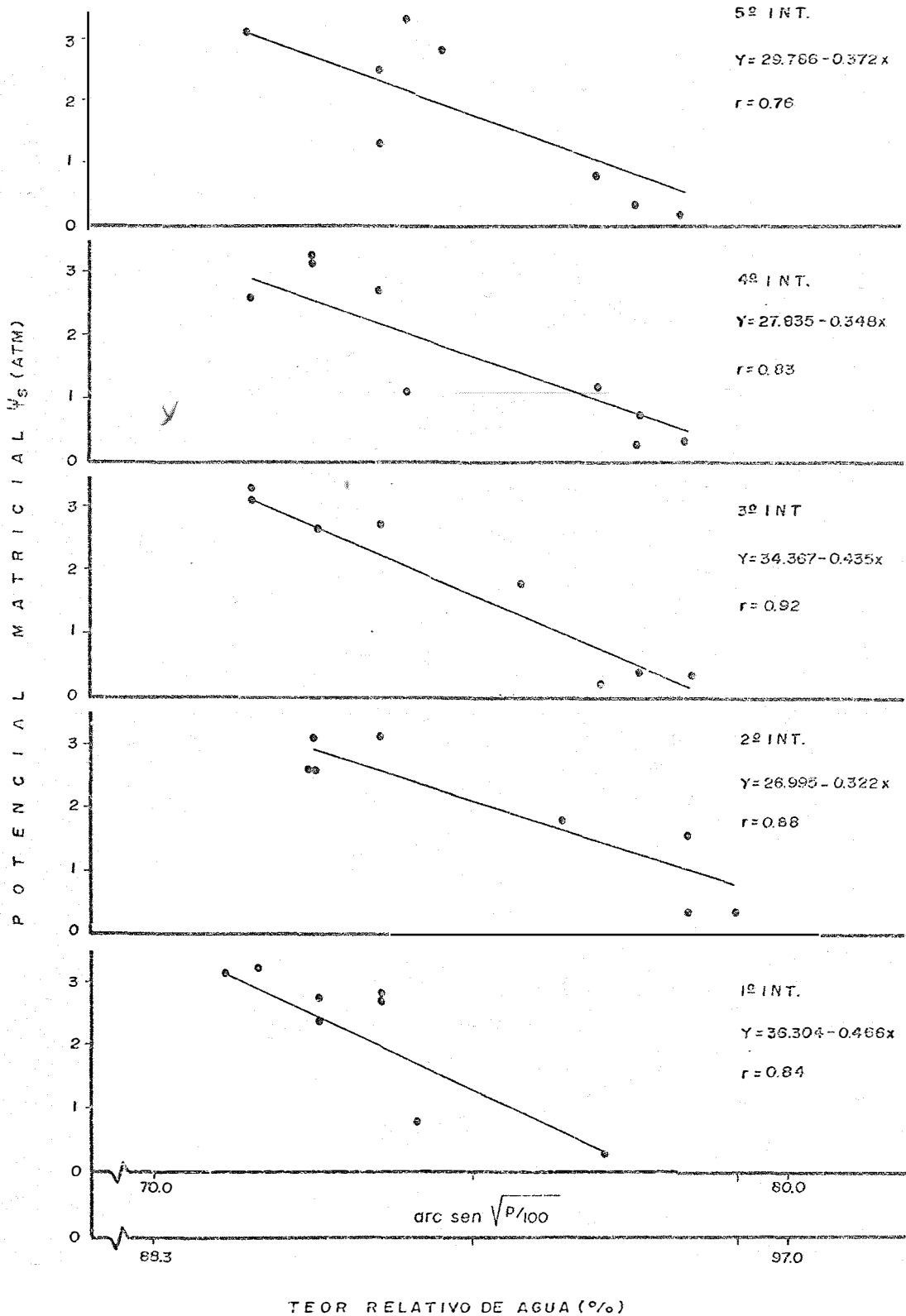


Fig. 15- Curvas de regressão para valores de Ψ_s até 3.0 ATM. - TRA- 1º ensain

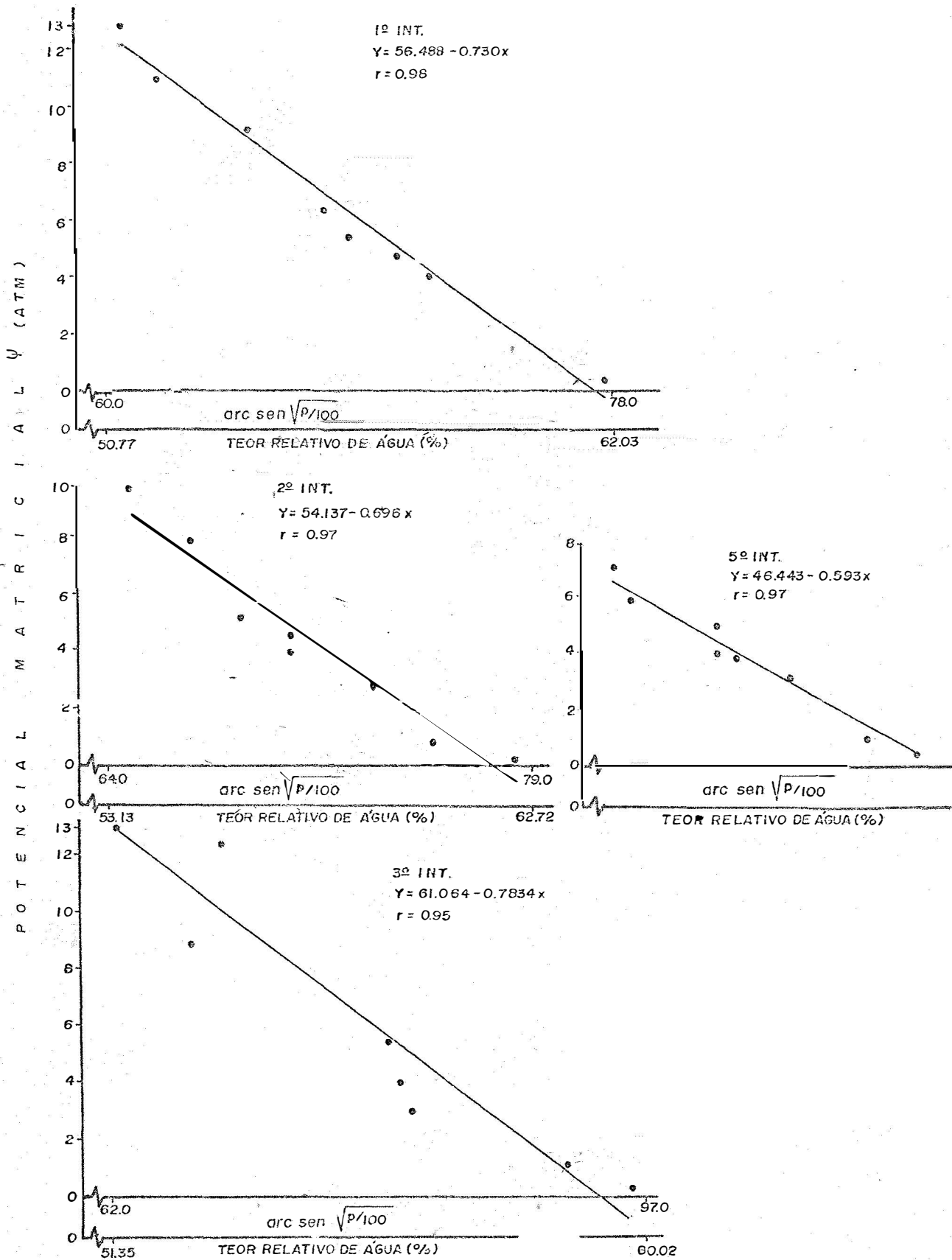


Fig.16- Curvas de regressão para valores de ψ_s até 15 ATM - TRA - 1ª ensaio

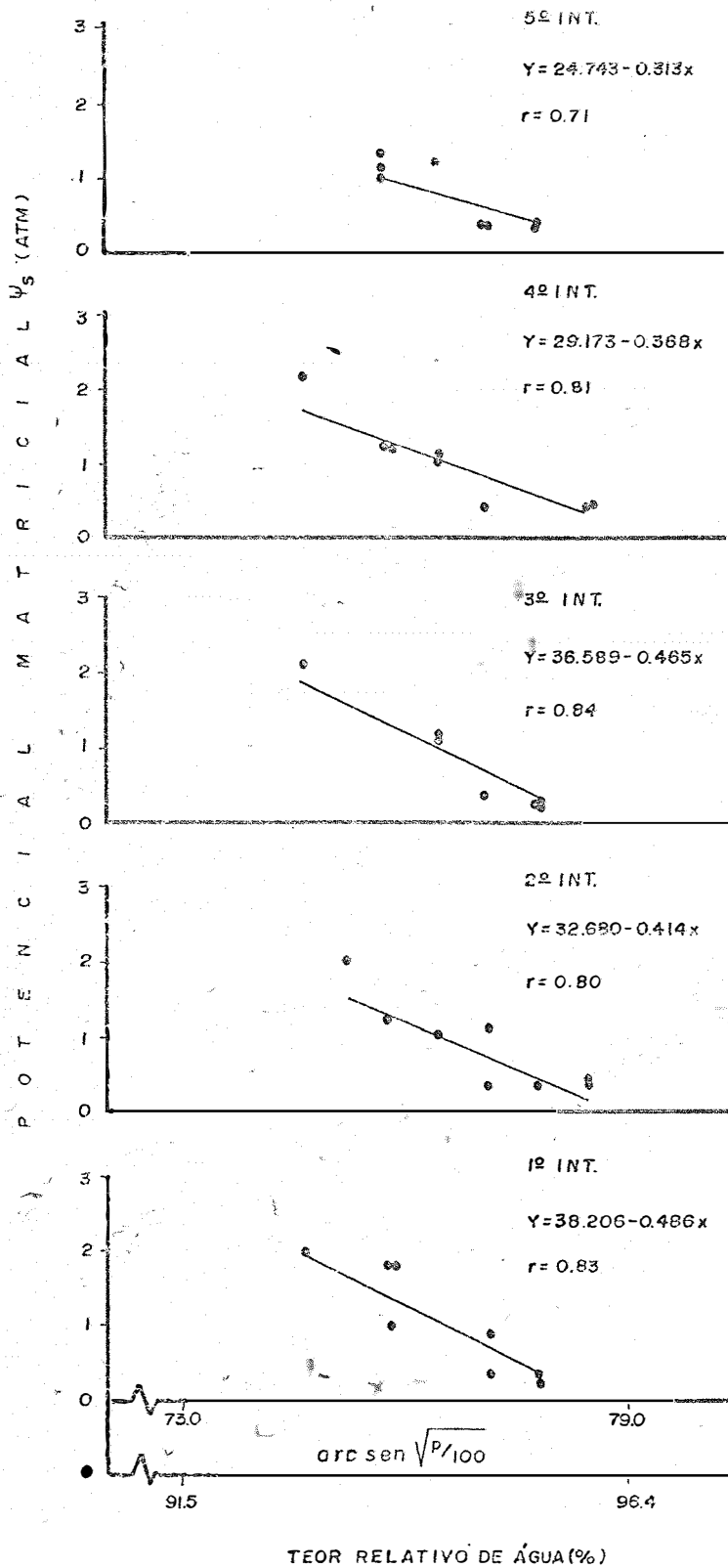


Fig.17 - Curvas de regressão para valores de Ψ_s até 0.7ATM. - TRA - 2ºensaio

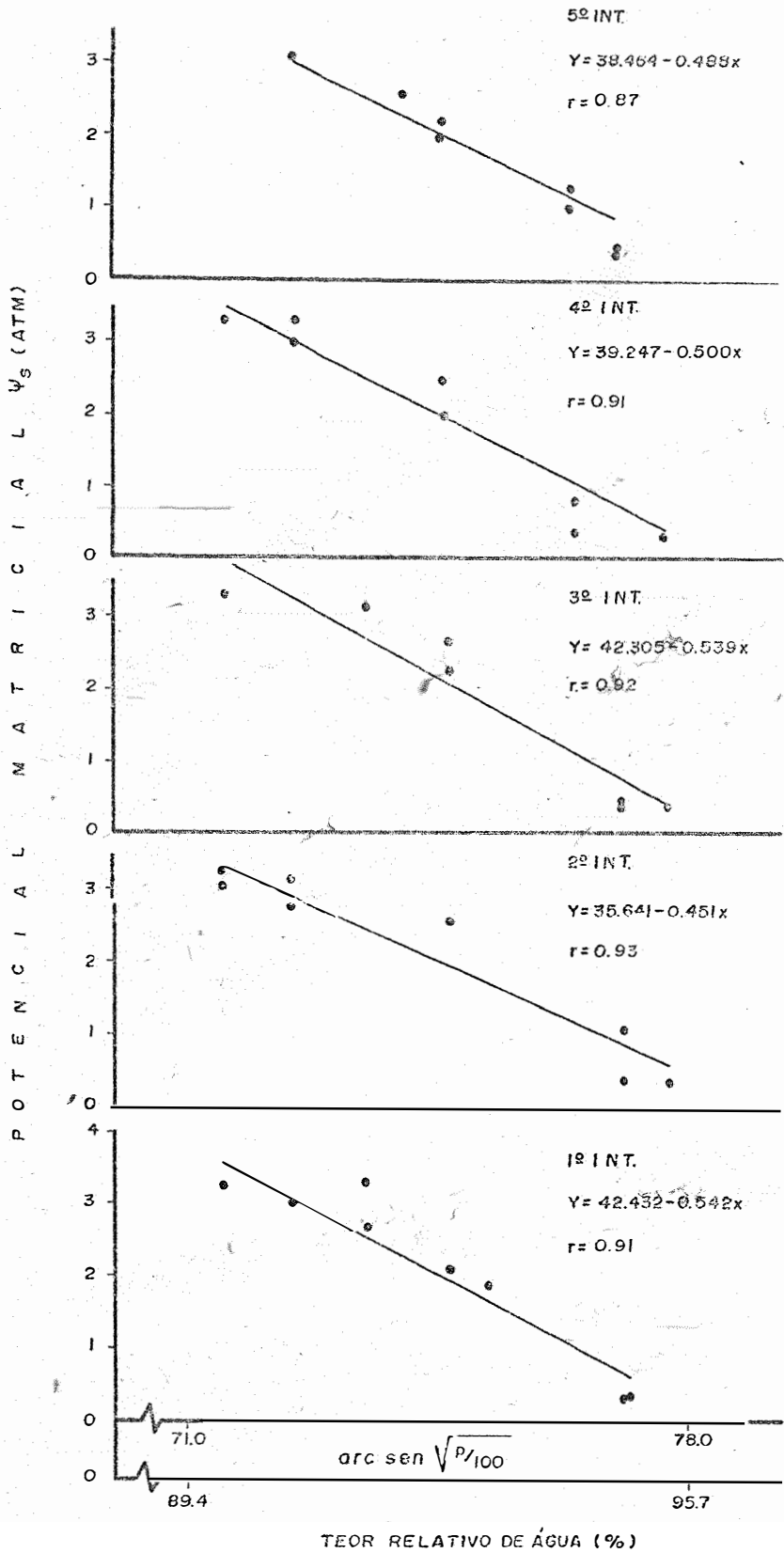


Fig. 18 - Curvas de regressão para valores de ψ_s até 3.0 ATM. - TRA-2º ensaio

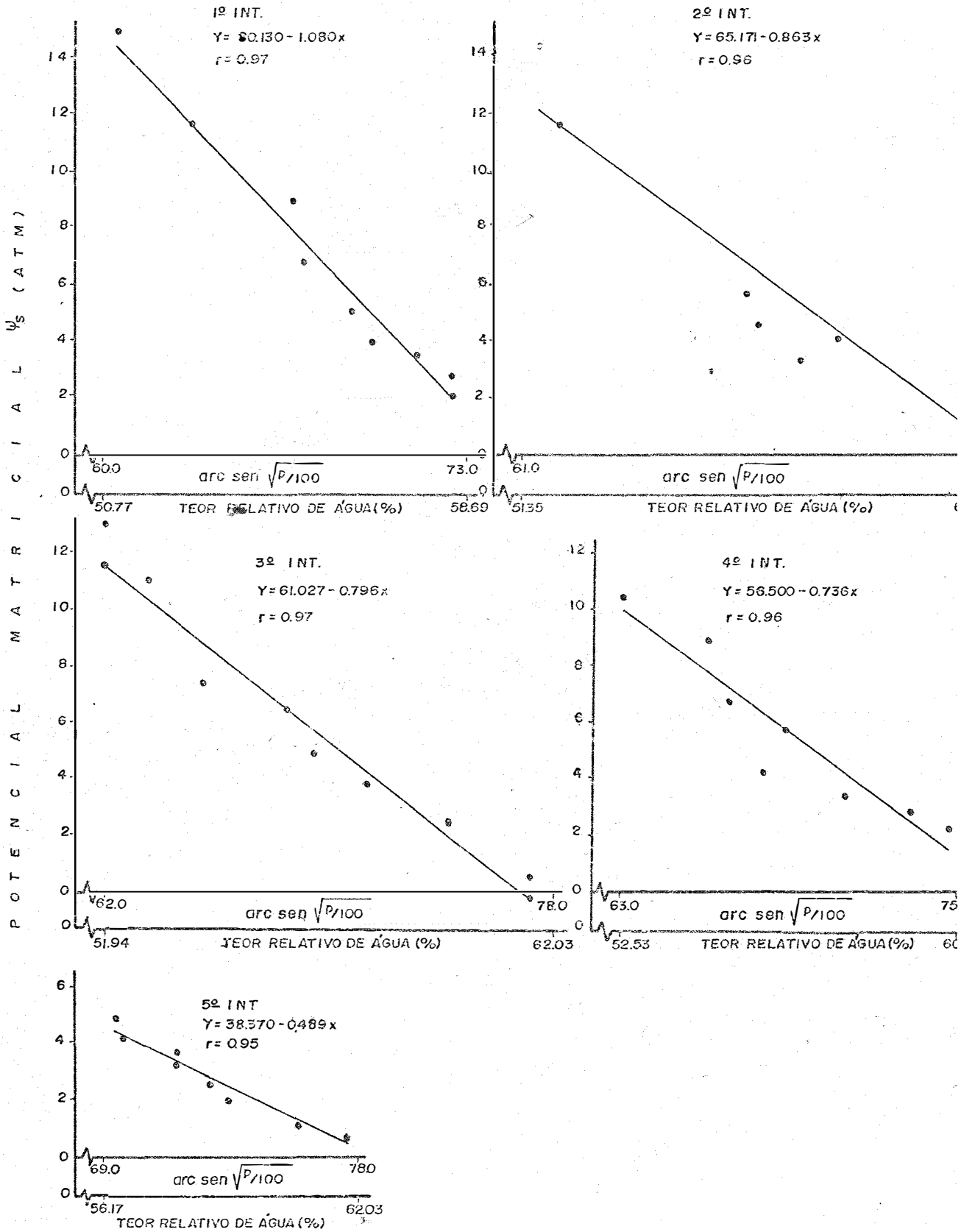


Fig. 19 - Curvas de regressão para valores de Ψ_s até 15 ATM - TRA - 2º ensaio

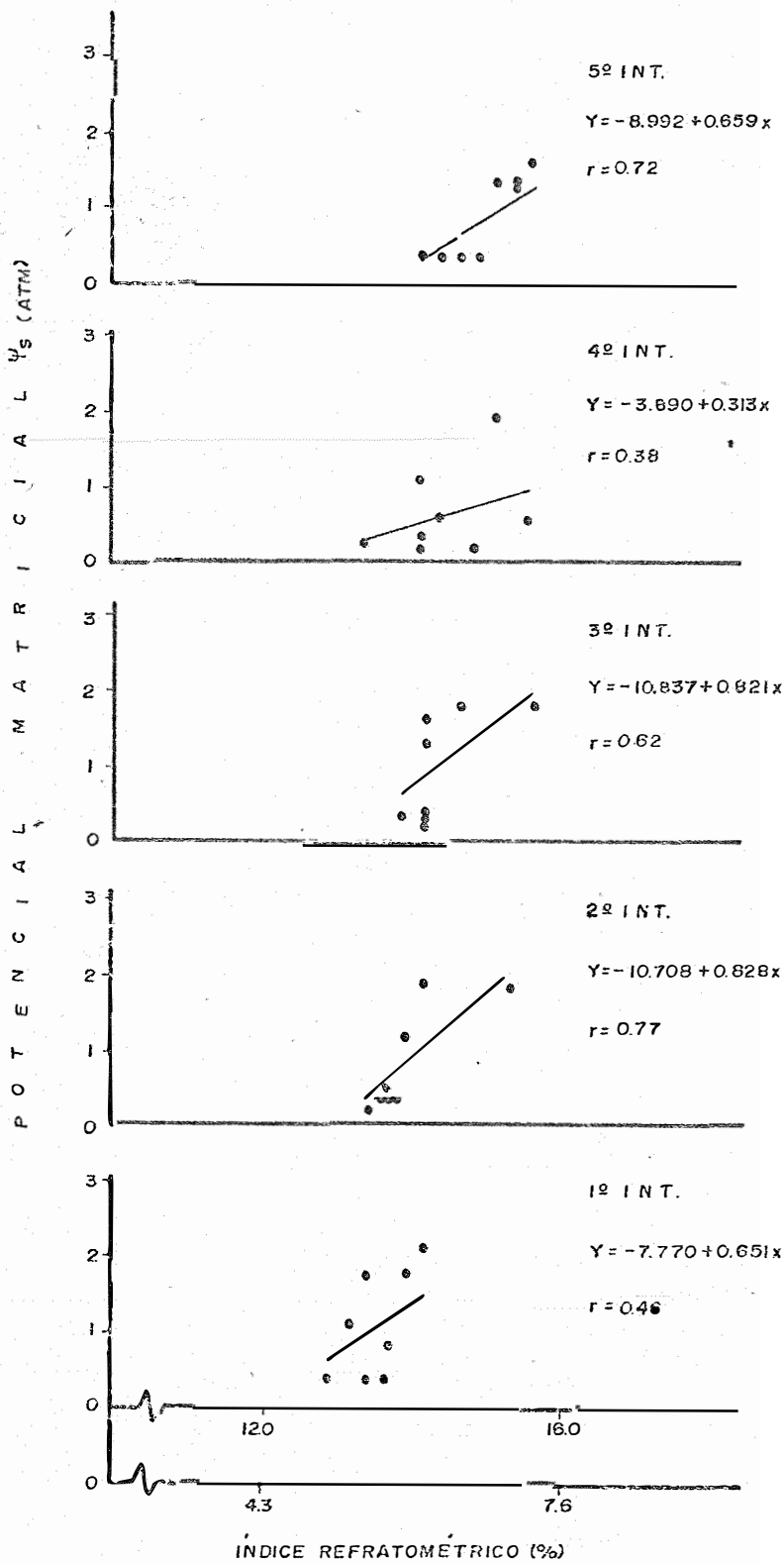


Fig. 20 - Curvas de regressão para valores de ψ_s até 0.7 ATM. - IR - 1^o ensaio.

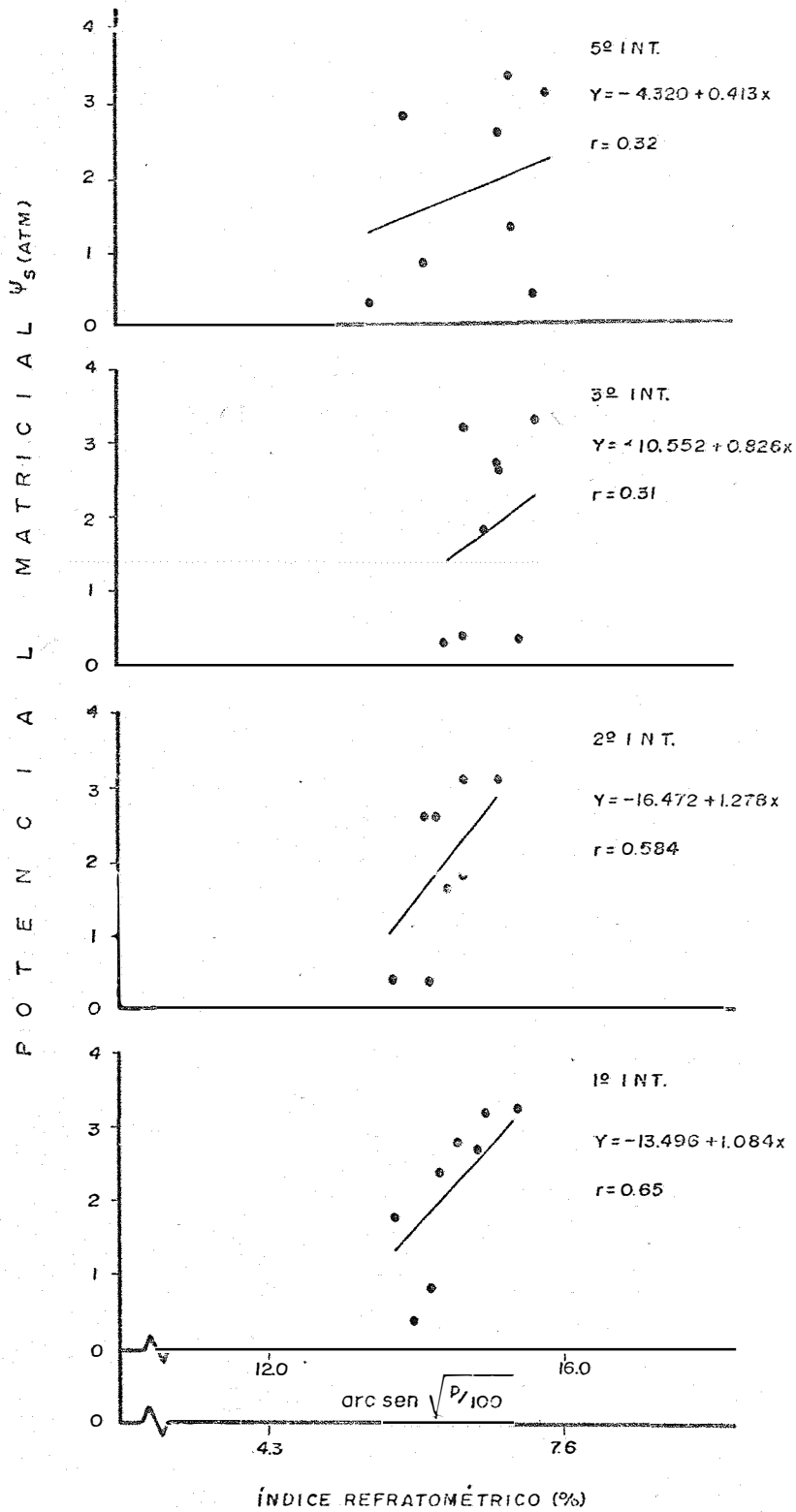


Fig.21-Curvas de regressão para valores de Ψ_s até 3.0 ATM. - IR - 1^o ensaio.

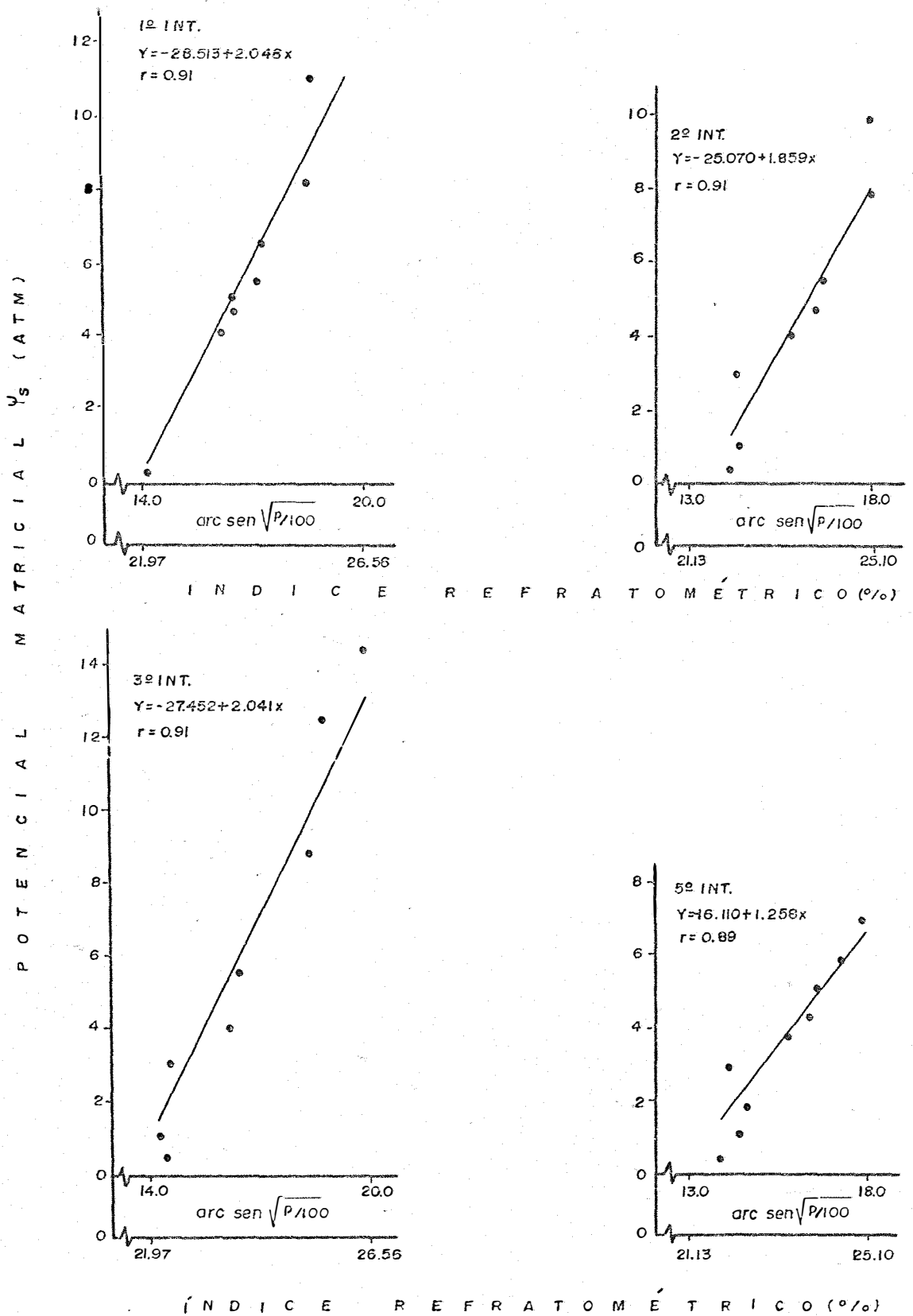


Fig. 22 - Curvas de regressão para valores ψ_s até 15 ATM IR - 1ª ensaio

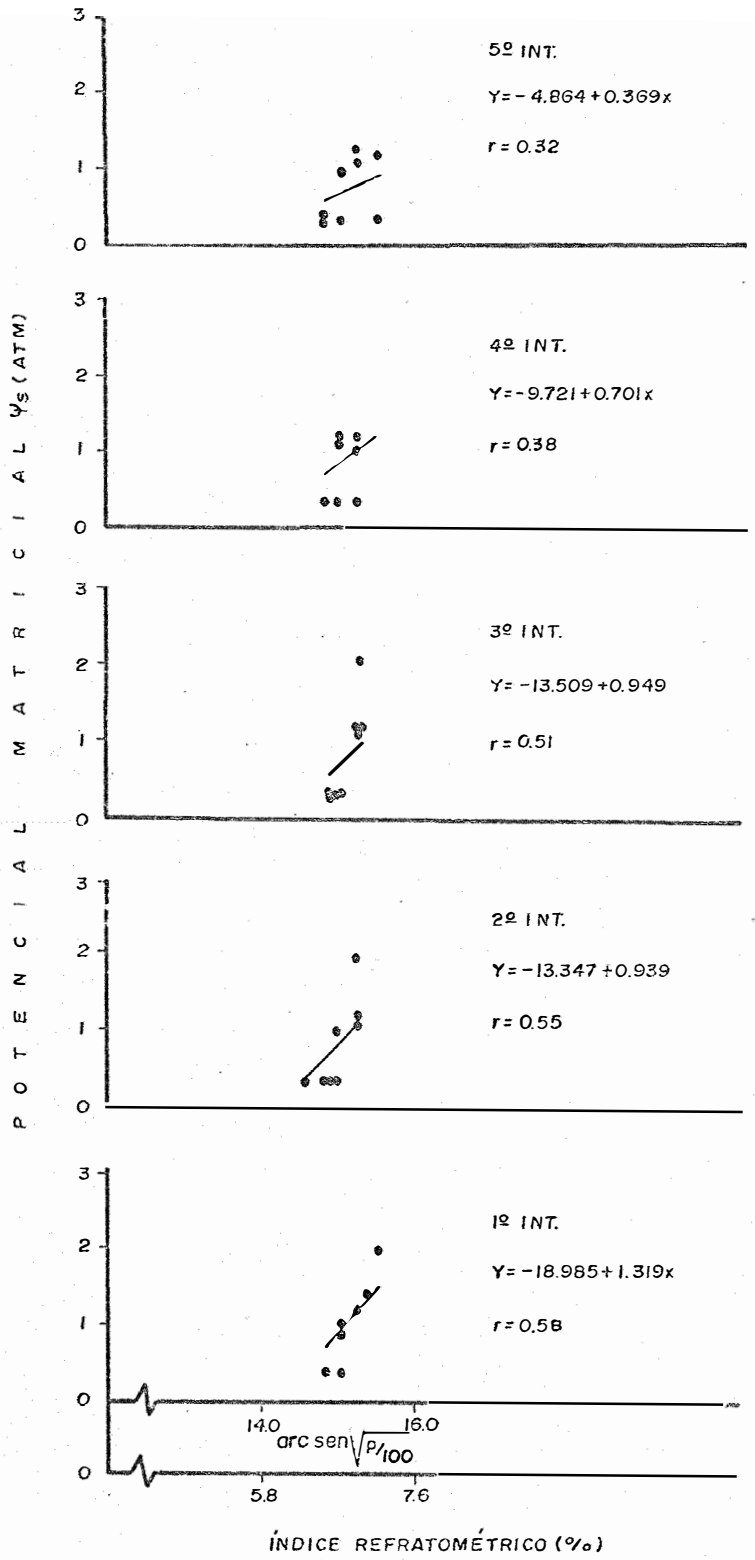


Fig 23- Curvas de regressão para valores de ψ_s até 0.7 ATM. - 1R - 2^o ensaio

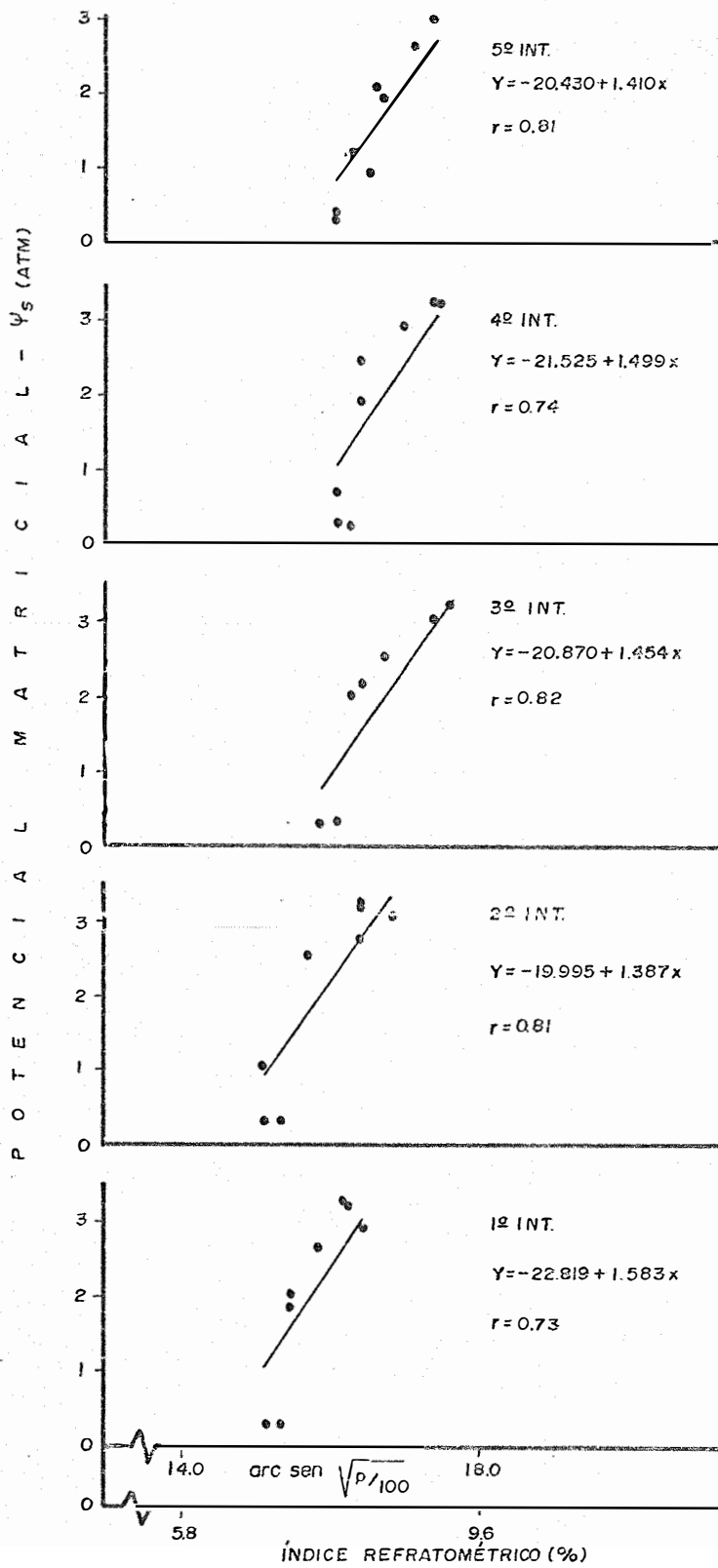


Fig.24-Curvas de regressão para valores de ψ_s até 3.0 ATM. - IR- 2^o ensaio.

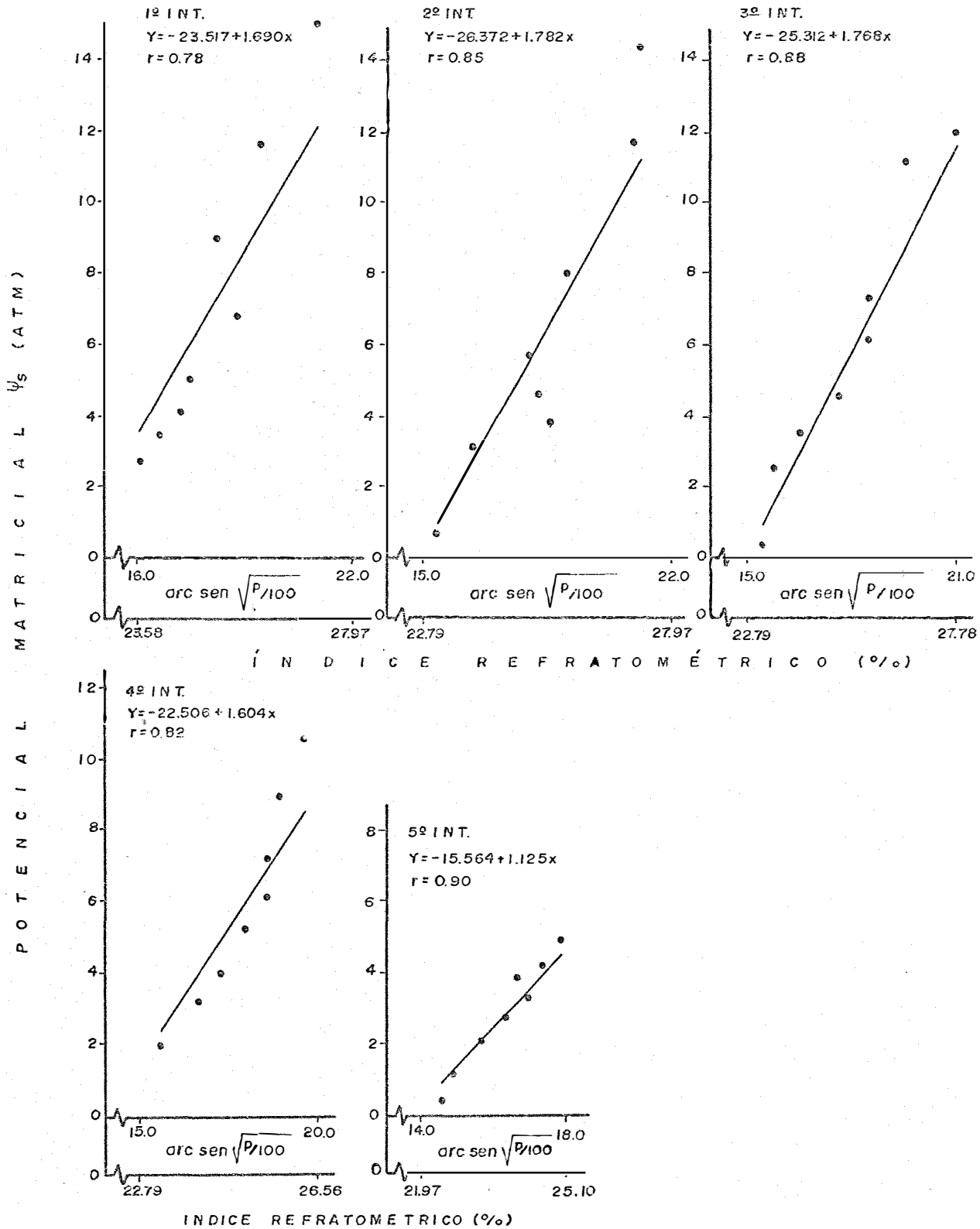


Fig. 25 - Curvas de regressão para valores de ψ_s até 15 ATM - IR - 2º ensaio.

5. DISCUSSÃO

O presente trabalho apresenta uma tentativa de definir as possibilidades das medidas do Teor Relativo de Água e do Índice Refratométrico no controle da água de irrigação, na cultura do tomateiro.

Sendo um método de campo, os fatores climatológicos e as condições do solo tem papel importante sobre as medidas, devendo-se levar ainda em consideração que as diferentes variedades de uma mesma cultura, podem influir também nos resultados.

A finalidade principal das análises dos resultados obtidos, foi estabelecer uma correlação entre o Teor Relativo de Água e o Índice Refratométrico e o potencial da água do solo, durante o ciclo da cultura.

Na possibilidade de existir uma interação razoável entre as medidas, pretendeu-se saber se tal interação seria influenciada pelos tratamentos diferenciais em água.

5.1. Produção

No presente estudo a produção serviu para definir-se houve diferenças entre os tratamentos.

A análise de variância dos dados de produção para os tres tratamentos, nos dois ensaios revelou que os resultados foram significativos ao nível de 1% de probabilidade.

Para o primeiro ensaio, a comparação de médias feitas pelo teste de Tukey, mostrou que os tratamentos a 0,7 atm e 3,0 atm são estatisticamente semelhantes e diferem significativamente do tratamento a 15,0 atm, conforme ilustra o QUADRO 14.

A não significância entre os tratamentos pode ser atribuída às chuvas, que devem ter suprido o solo com umidade suficiente de modo a não afetar a produção entre os tratamentos a 0,7 e 3,0 atm.

Para o segundo ensaio, a comparação de médias feitas pelo teste de Tukey, mostrou que os tratamentos a 0,7; 3,0 e 15,0 atm são estatisticamente diferentes conforme ilustra o QUADRO 15.

Resultados semelhantes foram obtidos por outros pesquisadores, entre os quais pode-se destacar:

SALTER (1954) verificou que a produção e crescimento de tomateiros eram sensivelmente afetados por níveis diferentes de água, e que a maior produção e crescimento era obtida quando a umidade do solo era mantida perto da capacidade de campo.

PALLAS et alii (1967) verificaram que a medida que o teor de água do solo decrescia a fotossíntese inicialmente crescia para em seguida decrescer sensivelmente. Com irrigação a fotossíntese voltava ao nível normal rapidamente.

GRANDALL e CHAMBERLAIN (1972) verificaram a influência dos potenciais de umidade do solo na formação de flores e concluíram que maiores níveis de umidade do solo aumentavam o número de flores por planta.

5.2. Umidade do solo e irrigação

Iniciou-se a avaliação do teor de umidade do solo a 15 de setembro para o primeiro ensaio e a 2 de junho para o segundo.

No primeiro ensaio para uma precipitação de 491,80mm os totais de água adicionados artificialmente foram 166,10; - 131,40 e 80,50 mm nos tratamentos a 0,7; 3,0 e 15,0 atm respectivamente. No segundo ensaio para uma precipitação de 455,10, os totais de água adicionados artificialmente foram: 189,00; 161,40 e 79,50 mm nos tratamentos a 0,7; 3,0 e 15,0 atm respectivamente, conforme ilustra o QUADRO 16.

Para ambos os ensaios pode-se notar que houve um consumo diferencial em água entre os tratamentos, devido as diferenças na intensidade de evapotranspiração. Esta ocorrência já foi relatada por vários autores, tais como: LEMON et alii (1957), GARDNER (1960), DENMEAD e SHAW (1962) e EAGLEMAN e DECKER (1965), WAISTER e HUDSON (1970) que evidenciaram a maior importância da energia de retenção de água do solo, a medida que são atingidos potenciais mais elevados de umidade do solo.

5.3. Teor Relativo de Água (TRA)

Para os dois ensaios as leituras do TRA se iniciaram conjuntamente com medidas do teor de umidade do solo.

Tendo em vista a variação que sofrem as leituras segundo a hora do dia, WEATHERLEY (1951), WERNER (1954), ELMS-TRON (1965) e MILLAR et alii (1970), fixou-se a hora de coleta entre 7:00 e 7:30 horas.

WENT (1953) relatou que de manhã as plantas apresentam uma atividade fotossintética e uma transpiração incipientes.

EVANS (1963) relatou que as plantas estão muito mais em equilíbrio de manhã, do que em qualquer outra hora do dia.

Desse modo as leituras sendo feitas pela manhã, refletiam melhor as condições de umidade do solo, além de apresentarem pouca variação nas repetições, pela baixa atividade das plantas. Os QUADROS de 8 a 13 mostram as leituras do TRA, obtidas, em relação a umidade e o potencial da água do solo.

Os QUADROS 14 e 15 apresentam a análise de correlação e regressão entre as leituras do TRA e o potencial da água do solo; e as FIGURAS 14 a 19 as respectivas retas ajustadas. Analisando-se os valores de "r" obtidos, nota-se uma boa correlação entre o Teor Relativo de Água e o potencial da água do solo, correlação esta que se apresenta melhor no tratamento a 15,0 atm.

Esta variação nas correlações, entre os tratamentos, embora todas sejam significativas pode-se atribuir ao movimento da água do solo que é mais intenso e variável a altos teores de umidade.

Resultados semelhantes foram obtidos por WERNER (1954), RUTTER e SANDS (1956), FISCHER e KOHN (1965) e WAISTER e HUDSON (1970).

Para um mesmo tratamento, nota-se uma variação na correlação, segundo a idade da planta.

Para o primeiro ensaio a correlação aumentou do Estágio I para o Estágio II, decrescendo em seguida para o Estágio III, atingindo nesta fase um nível inferior ao do Estágio I.

Isto ocorreu para os tratamentos a 0,7 e 3,0 atm, não ocorrendo no entanto para o tratamento a 15,0 atm, diferenças significativas.

A explicação destas variações pode ser atribuída ao movimento de água do solo a altos teores de umidade (GARDNER, 1965), o que deve causar maior sensibilidade no déficit interno de água, ao passo que a baixos teores de umidade, onde o movimento de água do solo é pequeno, a variação de umidade é me

nor, resultando correlações mais elevadas e menos variáveis.

SLAFYER (1957) relatou que uma planta submetida a défices sensíveis de umidade apresenta comportamento diferente em relação a plantas com bom fornecimento de água.

Para o segundo ensaio a correlação aumentou do Estágio I para o Estágio II, decrescendo em seguida para o Estágio III, atingindo nesta fase um nível inferior ao do Estágio I.

Isto ocorreu para todos os tratamentos embora pouco evidenciado para o tratamento a 15,0 atm.

Variações estacionais nos valores do Teor Relativo de Água já foram relatados por vários autores dentre os quais WEATHERLEY (1951), ELMSTRON (1965) e FISCHER e KOHN (1966), - que trabalharam com a umidade do solo próximo a capacidade de campo. Porém no presente trabalho estas variações foram mais evidentes, porque os tratamentos envolvidos se referem a níveis de umidade diferentes.

A variação do Teor Relativo de Água durante o ciclo da cultura, bem como a variação do potencial da água do solo, podem ser vistos nas FIGURAS 3 a 13.

A análise das equações de regressão, apresentadas nos QUADROS 14 e 15 e FIGURAS 14 a 19, mostra uma boa dependência dos dados, para os dois ensaios, que aumenta do tratamento mais irrigado para o menos irrigado.

5.4. Índice Refratométrico

Para os dois ensaios as leituras do Índice Refratométrico se iniciaram conjuntamente com medidas do teor de umidade do solo.

Da mesma maneira que para as medidas do TRA, fixou-se a hora das leituras, entre 6:00 e 7:00 horas, tendo em vista a padronização.

A medida que aumentou a insolação aumentou a variação nas leituras, conforme verificado experimentalmente e relatado por FARKAS e PRATT (1962) e ELMSTRON (1965).

Entre 6:00 e 7:00 horas a planta estaria com uma atividade fotossintética incipiente, baixa taxa de transpiração e em equilíbrio com a umidade do solo, conforme relatam vários autores; WENT (1953), SLAVIK (1958) e EVANS (1963).

Os QUADROS de 8 a 13 mostram as leituras obtidas em relação a umidade e o potencial da água do solo.

Os QUADROS 14 e 15 apresentam a análise de correlação e regressão entre as leituras do IR e o potencial da água do solo; e as FIGURAS 20 a 25 as respectivas retas ajustadas.

Para o primeiro ensaio os valores de "r" obtidos, - mostram uma correlação significativa entre o Índice Refratométrico e o potencial da água do solo em todos os tratamentos, porém, observando-se o QUADRO 14, verifica-se que nos tratamentos a 0,7 e 3,0 atm as correlações são mais baixas do que aquela encontrada no tratamento a 15,0 atm. Não houve significância para o quarto intervalo do tratamento a 3,0 atm.

Para o segundo ensaio, os valores de "r" obtidos - mostram uma correlação significativa entre os tres tratamentos, porém mais altas nos tratamentos a 3,0 e a 15,0 atm.

DAVIS JR. (1963) trabalhando com melão, obteve boa correlação entre leituras refratométricas a diferentes potenciais da água do solo.

No primeiro ensaio a correlação decresceu do tratamento a 0,7 para o tratamento a 3,0 atm, aumentando em seguida para o tratamento a 15,0 atm.

No segundo ensaio a correlação aumentou gradativamente do tratamento a 0,7 para o tratamento a 15,0 atm.

Esta tendência mais definida verificada no segundo ensaio provavelmente é devida ao melhor controle da água de

irrigação realizado, citando-se ainda o fato de que baixas temperaturas favorecem a transformação do amido em açúcares nas folhas (HEWITT e CURTIS, 1943; MEYER et alii, 1966), aumentando a sensibilidade das leituras.

A elevada correlação positiva encontrada para o tratamento a 15,0 atm é provavelmente decorrente do maior intervalo entre potenciais, possibilitando maior transformação, do amido em açúcar, obtendo-se desta maneira leituras do IR mais distintas. Segundo MAGNESS et alii (1932) e MEYER et alii (1966), água não é o único fator no balanço amido-açúcar, e somente quando ela começa a ficar limitante é que há variações substanciais nas leituras.

Para um mesmo tratamento nota-se uma variação na correlação segundo a idade da planta. Para ambos os ensaios, no entanto, esta correlação variou sem uma tendência definida durante todo o ciclo. Conforme ELMSTRON (1965) relatou, as leituras refratométricas variaram durante todo o ciclo da cultura, quando mantido o solo próximo da capacidade decampo.

A variação do IR durante todo o ciclo da cultura, bem como a variação do potencial da água do solo podem ser vistos nas FIGURAS 8 a 13.

A análise das equações de regressão apresentada nos QUADROS 14 e 15 e FIGURAS 20 a 25, mostra uma dependência não acentuada dos dados, mas que aumenta do tratamento 0,7 atm para o tratamento a 15,0 atm.

BELIK (1960) trabalhando com tomateiros submeteu-os a tres níveis de umidade, obtendo valores diferentes do IR, os quais aumentavam do tratamento mais irrigado para o menos irrigado.

6. CONCLUSÕES

Para as condições estudadas os resultados os resultados permitem as seguintes conclusões principais:

6.1. A manutenção de potenciais de umidade superiores a 3,0 atm proporcionaram para a cultura do tomateiro uma melhor produção.

6.2. Os resultados do Teor Relativo de Água correlacionados com os respectivos potenciais da água do solo, constituem um dado útil para o controle de água de irrigação, na cultura do tomateiro, em locais edáficos e climatologicamente semelhantes aos dos ensaios realizados.

6.3. Os resultados do Índice Refratométrico correlacionados com os respectivos potenciais da água do solo não ofereceram estimativas consistentes para o controle de água de irrigação na cultura do tomateiro. Embora este índice tenha revelado ser útil para estimar a umidade do solo a baixos potenciais, deve-se ressaltar que a cultura do tomateiro só é economicamente viável quando a umidade do solo é mantida a nível elevado.

6.4. O consumo total em água para o primeiro ensaio foi de 657,90; 623,20 e 572,30 mm e para o segundo ensaio foi de 644,10; 616,50 e 534,60 mm para os tratamentos em que os potenciais máximos de umidade do solo atingiram valores próximos a 0,7; 3,0 e 15,0 atm, respectivamente.

7. RESUMO

A estimativa das necessidades hídricas de uma cultura tem sido largamente estudada sob os mais variados aspectos, através de métodos que possam revelar dados consistentes.

O presente trabalho teve por finalidade, verificar a importância das informações obtidas pelo estudo do Teor Relativo de Água dos tecidos das folhas e do Índice Refratométrico do suco celular, para o controle da água de irrigação na cultura do tomateiro (Cultivar Santa Cruz).

Foram instalados ensaios em duas épocas, um no verão de 1971 e outro no inverno de 1972, em solo do Município de Botucatu, São Paulo, Latossol da Série Experimental (TOSIN et alii, 1972), constando de tres tratamentos e sete repetições. A irrigação foi executada pelo método de sulcos de infiltração e as umidades do solo determinadas gravimetricamente. Os respectivos potenciais da água do solo foram calculados com o auxílio da placa de pressão e membrana de pressão.

Os tratamentos se referiram a tres níveis de potenci-

al de água do solo a 0,7; 3,0 e 15,0 atmosferas.

Os dados obtidos foram utilizados para correlacionar o Teor Relativo de Água e o Índice Refratométrico com o potencial da água do solo, nos tres tratamentos dos respectivos ensaios.

A análise e resultados obtidos para as condições estudadas, permitiram as conclusões principais:

a) A manutenção do potencial da água do solo a níveis elevados proporcionaram maiores produções.

b) A cultura demonstrou um decréscimo no consumo de água (evapotranspiração real) a medida que diminuíram os potenciais de umidade do solo.

c) Os resultados do Teor Relativo de Água correlacionados com os respectivos potenciais da água do solo, proporcionaram um dado útil para o controle da água de irrigação, na cultura do tomateiro.

d) Os resultados do Índice Refratométrico correlacionados com os respectivos potenciais da água do solo, não ofereceram estimativas consistentes para o controle da água de irrigação, na cultura do tomateiro. Havendo uma boa correlação com relação ao tratamento relativo ao potencial de 15,0 atm.

8. SUMMARY

The purpose of this investigation was to study the use of the Relative Water Content of leaf tissues and the Refractometric Index of cell sap, for evaluate the water need of the tomato plant. (Var. Santa Cruz).

The fiel trials were conducted during the summer of 1971 and during the winter of 1972, at Botucatu, São Paulo, on a Latosol of the Experimental Soil Series (TOSIN et alii,1972).

Three treatments were used replicated seven times, in which water was supplied by the furrow-irrigation method.

The soil moisture was determined by the gravimetric method and the respectives water potentials by the pressure membrane apparatus.

The treatments reported to three levels of soil water potential, 0.7; 3.0 and 15.0 atmospheres.

The data obtained were used for correlate the Relative Water Content and the Refractometric Index with the respec-

tives soil water potentials.

The results obtained led to the following main conclusions:

a) Soil water potentials above 3.0 atmospheres resulted in better yield, for the tomato plant.

b) Tomatoes showed a decrease in water consumption (evapotranspiration) with the decrease of the soil water potential.

c) The readings of the Relative Water Content correlated with the respective soil water potentials, provided a useful data on the control of irrigation of the tomato plant.

d) The readings of the Refractometric Index correlated with the respective soil water potentials showed a slight relationship, on the control of irrigation of the tomato plant. The correlation was high in the treatment at 15.0 atmospheres.

9. BIBLIOGRAFIA

- ASHBY, E. e WOLF, R. A critical examination of the gravimetric and refratometric methods for determining suction force. *Ann.Bot. N.S.* 11:261-268. 1947
- BARRS, H.D. e WEATHERLEY, P.E. A re-examination of the Relative Turgidity Technique for estimating water deficits in leaves. *Aust.J.Biol.Sci.* 15:413-428. 1962.
- BARRS, H.D. Heat of respiration as a possible cause of errors in the estimation by psychrometric methods of water potential in plant tissue. *Nature, Lond.* 203:1136-1137. 1964.
- BELIK, V.F. Diagnostics of the demand by tomato plants for water based on the transpiration and concentration of the cell sap of the leaves. *Soviet Plant Physiol.* 7:73-75. 1960.
- BOYER, J.S. Leaf water potential measured with a pressure chamber. *Plant Physiol.* 42:133-137. 1967.
- CATSKI, J. Determination of water deficit in discus cut out from leaf blades. *Biol.Plant.* 2:76-78. 1960.

- CLAUSEN, J.J. e KOSLOWSKI, T.T. Use of the relative turgidity technique for measurement of stress in gymnosperm leaves. *Can.J.Bot.* 43:305-316. 1965.
- COMISSÃO DE SOLOS DO C.N.E.P.A. Levantamento de Reconhecimentos dos Solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônomicas. 634 p. 1960.
- CRANDALL, F.C. e CHAMBERLAIN, I.D. Effects of water stresses, cane size, and growth regulators on floral primordia development in red rasp berries. *J.Am.Soc.Hort.Sci.* 97:35-40. 1972.
- DAVIS JR., R.M. The refractometer reading of muskmelon leaf sap in relation to growing conditions. *Am.Soc.Hort.Sci.* 83:599-604. 1963.
- DENMEAD, O.T. e SHAW, R.H. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. *Agron.J.* 54:385-390. 1962.
- DUNIWAY, J.M. Comparison of pressure chamber and thermocouple psychrometer. Determinations of leaf water status in tomato. *Plant Physiol.* 43:106-107. 1971.
- EACLEMAN, J.R. e DECKER, W.L. The role of soil moisture in evapotranspiration. *Agron.J.* 57:626-629. 1965.
- ELMSTRON, G.W. e HILLYER, I.G. Internal moisture stress in tomato measured by Relative Turgidity and Soluble Solids in leaves. *Am. Soc.Hort.Sci.* 86:569-574. 1965.
- EVANS, L.T. et alii. Environmental control of plant growth. Academic Press. New York p. 33-54. 1963.
- FARKAS, L. e PRATT, A.J. Irrigation by refractometer. Report to the College Irrigation Committee. *Veg.Crops. Dept.Cornell. Univ. Ithaca.* 1962.
- FISCHER, R.A. e KOHN, G.D. Soil water relations and Relative Turgidity of leaves in the wheat crop. *Aust. J. Agric. Res.* 17:269-280. 1966.

- GAFF, D.F. e CARR, D.J. An examination of the refractometric method for determining the water potential of plant tissues. *Ann.Bot.N.S.* 28:351-368. 1964.
- GARDNER, W.R. Dynamic aspects of water availability to plants. *Soil Sci.* 89:63-73. 1960.
- GARDNER, W.R. Soil water movement and root absorption. *Publ. Agr.Soc.Agron. and Soil Sci.Soc.Am. Wisconsin.* p. 127-148. 1965.
- GARDNER, W.R. e EHLING, C.F. Physical aspects of the internal water relations of plant leaves. *Plant Physiol.* 40:705-710. 1965.
- GARGANTINI, H. e BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia* 22:693-714. 1963.
- HEWITT, S.P. e CURTIS, O.F. The effect of temperature on loss of dry matter and carbohydrate from leaves by respiration and translocation. *Am.J.Bot.* 35:746-755. 1948.
- KLAR, A.E. Avaliação das necessidades hídricas das culturas de gladiolos e de cebola. Tese de M.S. Esc.Sup.Agric. "Luiz de Queiroz". 93 p. mimeo. 1972.
- KLEPPER, B. e BARRS, H.D. Effects of salt secretion on psychrometric determinations of water potential of cotton leaves. *Plant Physiol. Lancaster.* 43:1138-1140. 1968.
- KNIPLING, E.B. e KRAMER, P.J. Comparison of the dye method with the thermocouple psychrometer for measuring leaf water potentials. *Plant Physiol.* 42:1315-1320. 1967.
- KRAMER, P.J. Plant and soil water relationship. A modern synthesis. McGraw Hill. New York, p. 347-389. 1969.
- LEMON, E.R. et alii. Some aspects of the relationship of soil, plant, and meteorological factors to evapotranspiration. *Soil Sci.Soc.Am.Proc.* 21:464-468. 1957.
- LEOPOLD, A.C. Plant Growth and development. McGraw Hill. New York. 456 p. 1964.

- MAGNANINI, R.L.C. Observações sobre o clima da bacia Paraná - Uruguai. In Condições Geográficas e aspectos geoeconômicos da Bacia Paraná-Uruguai. I:103-110. 1955.
- MAGNESS, J.R. et alii. Accumulation of carbohydrates in apple foliage, bark and wood as influenced by moisture supply. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci. 29:246-252. 1932.
- MEDERSKI, H.J. Determination of internal water status of plants by beta ray gauging. Soil Sci. 92:143-46. 1961.
- MEYER, B.S. et alii. Introduction plant physiology. D.Van Nostrand Company, Inc. New York p. 230-257. 1966.
- MILLAR, A.A.; JENSEN, R.E.; BOUER, A. e NORUN, E.B. Influence of atmospheric and soil environmental parameters on the diurnal fluctuations of leaf water status of barley. Agric. Meteor. 8:93-105. 1971.
- NANKEN, L.W. Relative Turgidity Technique for scheduling cotton (Gossypium hirsutum) irrigation. Agron.J. 57:31-41 1965.
- PALLAS, J.E.; MICHELL, B.E. e HARRIS, D.G. Photosynthesis transpiration, leaf temperature, and stomatal activity of cotton plants under varying water potentials. Plant Physiol. 42: 76-88. 1967.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. Livraria Nobel, São Paulo. 430 p. 1970.
- RAWLINS, S.L. A systematic error in leaf water potential measurements with a thermocouple psychrometer. Science, N.Y. 146:644-646. 1964.
- use. Agric. Eng. 28:451-457. 1947
- RICHARDS, L.A. e OGATA, G. Thermocouple air vapor pressure measurement Pressure-Membrane apparatus, construction and measurement in biological and soil systems at high humidity. Science, N.Y. 128:1089-1090. 1958.
- RUTTER, A.J. e SANDS, K. The relation of leaf water deficit to soil moisture tension in Pinus silvestris L. I- The effect

- of soil moisture on diurnal changes in water balance. *New Phytol.* 57:50-65. 1956.
- SALTER, P.J. The effects of different water regimes on the growth of plant under glass. I- Experiment with tomatoes (*Lycopersicum esculentum*, Mill) *J.Hort.Sci.* 29:258-268.1954.
- SCARDUA, R. Evapotranspiração real da cultura do milho como base aos projetos de irrigação. Tese de Doutorado. Esc.Sup. Agric. "Luiz de Queiroz". 160 p. mimeo. 1970.
- SCHOLANDER, H.T. et alii. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148:339-346. 1965.
- SLATYER, R.O. The significance of the permanent wilting percentage in studies of plant and soil water relations. *Bot. Rev.* 23:586-636. 1957.
- SLATYER, R.O. Plant-water relationship. Academic Press, New York, 366 p. 1967.
- SLAVIK, B. The influence of water deficit on transpiration. *Physiologia Plantarum* 11:524-536. 1958.
- SPANDER, D.C. The Peltier effect and its use in the measurement of suction pressure. *J.Exp.Bot.* 11:145-168. 1951.
- TOSIN, W.A. et alii. Levantamento de solos da Fazenda Experimental de Botucatu. Anais da II Jornada Científica da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu. p. 119. 1972.
- WAISTER, P.D. e HUDSON, J.P. Effects of soil moisture regimes on leaf water deficit, transpiration and yield of tomatoes. *J. Hort.Sci.* 45:359-370. 1970.
- WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relations of the cotton plant. I- The field measurements of water deficits in leaves. *New Phytol.* 49:81-97. 1950.

- WEATHERLEY, P.E. Studies in Relative Turgidity and enviromental factors. *New Phytol.* 50:36-51. 1951.
- WENT, F.W. Effect of temperature on plant growth. *Ann.Rev. Plant Physiol.* 4:347-362. 1953.
- WERNER, H.O. Influence of atmospheric and soil moisture conditions on diurnal variations in Relative Turgidity of potato leaves. *Res.Bull.Neb.Agric.Exp.Sta.* n° 176. 39 p. 1954.