

CONSUMO DE ÁGUA DE DUAS CULTIVARES
DE ARROZ (Oriza sativa, L) EM TRÊS
TRATAMENTOS DE IRRIGAÇÃO

ZEFERINO PEDRO SACHET¹

Tese apresentada como um dos requisitos ao grau de Mestre em Hidrologia Aplicada, área de concentração Irrigação e Drenagem, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 1977

¹ Engenheiro Agrônomo (UFPel)

Homologada por:



Prof. Paulo Dias de Castro Ramos (IPH/UFRGS)
Presidente da Banca Examinadora



Prof. Flávio A. Cauduro (IPH/UFRGS)
Orientador



Prof. Moacir Antônio Berlatto (Fac. Agronomia/UFRGS)
Diretor do IPAGRO



Engº Agrº Glauco Dreyer
Assessor Técnico do IRGA



Engº Agrº M.Sc. Paulo Sérgio Carmona
Coordenador de pesquisas da EEA do IRGA

III

HOMENAGEM PÓSTUMA A

EDI SOUZA E SILVA

À MINHA ESPOSA IONE
e FILHAS LUCIONE E LIZIANE
pela compreensão

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar a presente dissertação quero agradecer ao Prof. Flávio Antônio Cauduro pela orientação recebida, ao Prof. Paulo Dias de Castro - Ramos pelo apoio recebido na ausência do orientador, ao Dr. Paulo S. Carmona pelo diálogo e sugestões recebidas em todas as fases do trabalho e ao Dr. Glauco Dreyer pelo impulso inicial recebido.

Agradeço aos diretores, colegas engenheiros agrônomos do corpo técnico e funcionários - da Estação Experimental do Arroz do Instituto Riograndense do Arroz que permitiram que o trabalho se desenvolvesse no Campo Experimental com seu apoio material e suas estimáveis sugestões.

Agradeço aos professores da Faculdade de Agronomia que auxiliaram com seus equipamentos e laboratórios. Ao Prof. Ruben Markus pela orientação na implantação do experimento. Aos diretores, professores, colegas e funcionários do Instituto de Pesquisas Hidráulicas que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Diretor do Instituto de Pesquisas Agronômicas da Secretaria de Agricultura - do Rio Grande do Sul na pessoa do Dr. Moacir A. Berlato, extensivo aos demais técnicos do Setor de Ecologia Agrícola, pelo estímulo e sugestões recebidas, pelo for-

necimento dos dados agro-meteorológicos da estação de Cachoeirinha e pelo empréstimo de materiais e equipamentos sem os quais algumas conclusões não seriam obtidas.

Finalmente, meu agradecimento à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), órgãos que contribuíram com o apoio material e financeiro.

O AUTOR

CONSUMO DE ÁGUA DE DUAS CULTIVARES
DE ARROZ (Oriza sativa, L) EM TRÊS
TRATAMENTOS DE IRRIGAÇÃO¹

Autor : Zeferino Pedro Sachet
Orientador: Prof. Flávio Antônio Cauduro

SINOPSE

O presente trabalho, conduzido no campo experimental da Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) durante o ano agrícola 76/77, teve como objetivo principal determinar o consumo d'água em 3 tratamentos de irrigação aplicados a 2 cultivares de arroz.

Os tratamentos originaram um experimento fatorial do tipo 3x2, delineado em blocos casualizados com 4 repetições.

As determinações dos consumos de água em todos os tratamentos foram obtidas pela medição direta da quantidade de água adicionada em cada unidade experimental e mostraram haver diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre os consumos dos 3 tratamentos de irrigação.

Outras determinações como rendimentos de grãos, rendimentos de engenho, índice de área foliar, número de afilhos/m², peso da matéria seca, esterilida de de grãos, e peso de inços secos não foram afetadas pelos tratamentos de irrigação.

A eficiência do uso da água de irrigação mostrou ser superior nos tratamentos de irrigação de lâmina rasa e de lâmina estagnada com 7 e 12 cm de altura onde os consumos foram menores que no tratamento de água corrente de 2 l/s/ha.

¹Tese de Mestrado em Hidrologia Aplicada (Irrigação e Drenagem) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (96 p.) - julho de 1977.

WATER CONSUMPTION IN TWO RICE
CULTIVARS (Oriza sativa, L.)
DURING THREE IRRIGATION TREAT
MENTS¹

Author : Zeferino Pedro Sachet

Adviser: Prof. Flávio Antônio Cauduro

ABSTRACT

The present study was carried out at the Experimental Station for Rice (EEA-Estação Experimental do Arroz) of the Rio Grande do Sul Rice Institute (IRGA-Instituto Riograndense do Arroz) during the agricultural year of 76/77. The main objective was to find out the amount of water consumed during 3 irrigation treatments applied to 2 rice cultivars.

The treatments gave rise to a factorial experiment of the 3x2 type, in casualized blocks with 4 repetitions.

The determinations of water consumptions in all treatments, were obtained by the direct measurement of the quantity of water added to each experi-

mental unit, and showed a significant difference at the level of 1% probability, between the consumptions of the 3 irrigation treatments.

Other determinations such as grain production, production after husking, leaf area index, number of tillerings, weight of dry matter, grain sterility and weight of dry weed, were not affected by irrigation treatments.

The efficiency of irrigation water use was found to be superior in irrigation when there was a shallow water covering and stagnant water, with a depth of 7 and 12 cm, in which consumptions were less than in running water treatment with 2 l/sec/ha.

¹ Master's thesis for Applied Hydrology (Irrigation and Drainage) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (96 p.)-julho de 1977.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Sistemas de irrigação utilizados na cultura do arroz	3
2.1.1. Vantagens e desvantagens dos diversos sistemas de irrigação	5
2.1.2. Tipos de práticas de manejo d'água ...	7
2.2. Consumo de água na cultura do arroz	12
2.3. Altura da lâmina d'água	19
2.4. Determinações da evapotranspiração	23
2.5. Relação entre o manejo d'água e fatores ambientais	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1. Localização do Experimento	32
3.2. Descrição do tipo de solo e clima	32
3.3. Tratamentos	34
3.3.1. Práticas de manejo d'água na irrigação	34
3.3.1.1. Água corrente com uma lâmina de $\bar{h}=7$ e 12 cm (tratamento 1)	34
3.3.1.2. Água estagnada com uma lâmina de $\bar{h}=7$ e 12 cm (tratamento 2)	34
3.3.1.3. Água estagnada com uma lâmina rasa (tratamento 3)	35
3.3.2. Cultivares	35
3.3.2.1. BLUEBELLE	35
3.3.2.2. EEA-405	37
3.4. Delineamento experimental	37
3.5. Determinações do consumo de água	39

3.5.1. Água consumida e desperdiçada no tratamento de irrigação 1	39
3.5.2. Consumo total de água no tratamento de irrigação 2	39
3.5.3. Consumo total de água no tratamento de irrigação 3	40
3.5.4. Componentes do consumo de água (Evaporação, evapotranspiração e percolação)	41
3.6. Outras determinações	45
3.6.1. Rendimento de grãos (peso)	45
3.6.2. Rendimento de engenho	46
3.6.3. Índice de área foliar (I.A.F.)	46
3.6.4. Número de afilhos/m ²	47
3.6.5. Peso de matéria seca	47
3.6.6. Esterilidade de grãos	47
3.6.7. Peso seco de ervas daninhas	48
3.7. Observações meteorológicas	48
3.7.1. Temperatura do solo	48
3.7.2. Temperatura da água	48
3.7.3. Outros dados meteorológicos	49
3.8. Caracterização dos subperíodos fenológicos	49
3.9. Preparo do solo	49
3.10. Tratos culturais	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1. Consumo de água	53
4.1.1. Água consumida e desperdiçada pelo tratamento de irrigação 2 l/s/ha (tratamento 1)	54
4.1.2. Consumo de água pelo tratamento de irrigação com uma lâmina estagnada de 7 e 12 cm (tratamento 2)	57

Página

4.1.3. Consumo de água pelo tratamento de irrigação com uma lâmina rasa (tratamento 3)	60
4.1.4. Análise estatística do consumo de água	62
4.2. Componentes do consumo, evaporação, evapotranspiração e percolação	62
4.3. Determinações dos principais elementos com influência na cultura e nos tratamentos de irrigação	70
4.4. Relações entre as temperaturas do solo, temperaturas da água e alguns parâmetros meteorológicos com o consumo de água	75
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	82
6. BIBLIOGRAFIA CITADA	84
7. APÊNDICES	91

RELAÇÃO DAS TABELAS

	Página
1. Resultados de pesquisas sobre o consumo de água na cultura do arroz em alguns - países asiáticos	15
2. Efeitos do manejo d'água no consumo e <u>e</u> ficiência do uso da água em parcelas - sem percolação lateral	17
3. Efeitos do manejo d'água no consumo e <u>e</u> ficiência do uso d'água em parcelas com e sem percolação profunda com a culti - var IR8	18
4. Necessidades de água na cultura do arroz por prática de manejo d'água por um pe- ríodo de 100 dias de irrigação	19
5. Evapotranspiração real e evaporação me- didas em Pelotas-RS 71/72	26
6. Normais de temperaturas, precipitação e insolação de Porto Alegre nos meses de outubro à março	33
7. Subperíodos e número de dias compreendi dos entre diversas fases e/ou práticas culturais na cultura da Bluebelle e EEA 405	53

Página

8. Total de água consumida na cultura da Bluebelle e EEA-405 por subperíodos - de desenvolvimento e suas relações - com os tratamentos de irrigação	55
9. Consumo médio diário de água por subperíodo de desenvolvimento da planta em mm	56
10. Valores médios dos componentes do consumo de água das 2 cultivares e seus percentuais por subperíodo de desenvolvimento da planta	65
11. Valores diários dos componentes do consumo de água por subperíodo de desenvolvimento da planta	66
12. Médias dos elementos principais com influência na cultura da BLUEBELLE e EEA-405 e suas relações com os tratamentos de irrigação	71
13. Efeito dos tratamentos de irrigação - no rendimento de grãos e na eficiência do uso d'água	74

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Relações entre a temperatura, evaporação e evapotranspiração, e entre a radiação solar, evaporação e evapotranspiração (IR RI, 1968, estação seca)	31
2. Esquema da distribuição do experimento - no campo	38
3. Esquema do consumo de água na parcela	41
4. Relação entre o consumo diário e o subpe- ríodo de desenvolvimento da planta	67
5. Relação entre ET/E_0 e os subperíodos de desenvolvimento da planta	69
6. Radiação solar, precipitação, temperatu- ras médias do solo e da lâmina d'água - por subperíodo de desenvolvimento da planta (9h)	76
7. Radiação solar, precipitação, temperatu- ras médias do solo e da lâmina d'água - por subperíodo de desenvolvimento da planta (15h)	78

RELAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS

	Página
1. Cultivares Bluebelle e EEA-405	36
2. Reservatório de 60.000 litros	36
3. Tanque de nível constante	36
4. Abastecimento da parcela no tratamento 2 l/s/ha	36
5. Reservatório de 1.000 litros	36
6. Abastecimento das parcelas nos trata- mentos 2 e 3	36
7. Caixas de Evaporação e Evaporação+Per- colação	43
8. Tanque classe "A"	43
9. Caixa da medida de evapotranspiração	43
10. Conjunto de 4 caixas(E,ET,EPer,ETPer)	43
11. Colheita dos 10 m ² centrais das parce- las	43
12. Operação de trilha	43
13. Engenho de provas	43
14. Geotermômetro e termômetro	43

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1975), o total de arroz produzido em todo o país em 1975 atingiu a 7.537.589 ton. das quais, 22% foram colhidas no Estado do Rio Grande do Sul.

A cultura do arroz no Rio Grande do Sul ocupou o quarto lugar em área plantada com 548.311 ha e um rendimento médio de 3.603 kg/ha no ano agrícola 75/76, sendo ultrapassada pelas culturas de soja, milho e trigo. Dos 487.444 ha cultivados em lavouras com tamanho superior a 9 ha, 74% dependem da irrigação mecânica e apenas 26% da área é irrigada por gravidade (ANUÁRIO-ESTATÍSTICO DO ARROZ 1977).

Os solos propícios para a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul são planos ou levemente ondulados e possuem uma camada impermeável situada a pequena profundidade (Planosolos). Os solos com estas características se encontram localizados na chamada zona arrozeira do Estado, abrangendo mais de 70 municípios nas regiões fisiográficas denominadas Depressão Central, Litoral e Vale do Uruguai.

Embora a zona arrozeira do Estado não sofra a escassez de água, a não ser em pequenas regiões, o elevado custo acarretado pela irrigação mecânica desperta o produtor para o melhor aproveitamento da água. Portanto os 2 fatores escassez e custo d'água, nortearam a execução deste experimento, onde se procurou estudar o consumo e a eficiência no uso d'água em três tratamentos de irrigação.

Depois de caracterizar o problema da irrigação, procurou-se instalar o experimento para quantifi

car a água realmente consumida pela cultura do arroz, através das cultivares Bluebelle representando as cultivares modernas de porte médio, e da EEA-405 representando as cultivares de porte alto, que ainda tem expressão no Estado. A preocupação pela economia e pela máxima eficiência no uso da água de irrigação, objetivou que se estudasse os tratamentos de irrigação com uma lâmina de 7 cm de altura na fase vegetativa e 12 cm na fase reprodutiva da planta, com água corrente (2 l/s/ha) e com água estagnada (com reposição da parte consumida) durante os 104 dias de irrigação. Estudou-se ainda o tratamento de irrigação, onde foi mantida uma lâmina rasa (solo encharcado) durante todo o período de irrigação.

O objetivo principal foi determinar a quantidade de água consumida nas 2 cultivares, nos 3 tratamentos de irrigação por sub-período de desenvolvimento da planta.

Os fatores como as temperaturas do solo e da água, precipitação pluviométrica e radiação solar foram estudados para as condições locais do experimento, para se determinar suas influências no consumo d'água na cultura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistemas de irrigação utilizados na cultura do arroz.

Entre os diversos sistemas de irrigação utilizados na cultura do arroz em diversas partes do mundo, destacam-se aqueles que são mais empregados e recomendados.

Assim sendo, TSUTSUI (1972) cita dois sistemas de irrigação para o arroz: irrigação por inundação contínua e irrigação intermitente. A irrigação por inundação contínua é subdividida em:

- irrigação por inundação contínua estática, e
- irrigação por inundação contínua corrente.

O mesmo autor define:

- a) Irrigação por inundação contínua estática é a irrigação em que se mantém sempre uma lâmina estagnada nos quadros de arroz, desde o início até o final da mesma. Este sistema é utilizado principalmente em regiões onde há escassez d'água;
- b) Inundação contínua corrente é aquela que além de manter uma lâmina d'água do início até o final da irrigação, a água não permanece parada, isto é, há um fluxo contínuo de entrada e saída nos quadros de arroz. Este método é utilizado principlamente em regiões onde há abundância d'água.
- c) Por irrigação intermitente entende-se a irrigação em que os suprimentos d'água à lavoura são feitos em intervalos irregulares de tempo. Neste sistema há a preocupação de manter o solo próximo ao estado

de saturação, principalmente na fase entre a diferenciação do primórdio floral e a maturação. Este método também é utilizado em regiões onde há escassez de água.

Por sua vez, DE DATTA et alii (1975) repete os sistemas do TSUTSUI (1972) e acrescenta mais 2:

- a) Irrigação por rotação que, segundo DE DATTA et alii (1973), é a aplicação de água à lavoura em intervalos regulares de tempo. Nos intervalos de tempo a umidade do solo não deve atingir valores baixos, a ponto de prejudicar o rendimento de grãos;
- b) Suprimento por água das chuvas - método que consiste em reter ao máximo a água das chuvas na própria lavoura, e evitar todo e qualquer tipo de perda. O método depende da distribuição e da quantidade de água precipitada.

Na Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), foi feito um ensaio sobre sistemas de irrigação em arroz. Este trabalho mostra quatro sistemas de irrigação em arroz, assim definidos por DREYER (1972):

- I- Irrigação contínua-M1 - A irrigação por inundação - contínua é iniciada 10 dias após a emergência e mantida até a maturação;
- II- Sistema clássico de Banhos-M2 - Primeiro banho 10 dias após o nascimento. A lavoura é drenada após 24 horas do início da irrigação, e mantida seca até as plantas sentirem a falta d'água, ocasião em que é feita nova irrigação. Quando as plantas recuperarem

o vigor, a irrigação é suspensa deixando-se a água secar lentamente sem drenar. Assim a água é respos-
ta toda a vez que desaparecer, permanecendo o solo
molhado. Pouco antes de aparecer as primeiras paní-
culas, a lavoura é inundada e assim mantida até que
os grãos estejam em massa firme;

III-Sistema-M3 - A irrigação é iniciada 10 dias após o
nascimento do arroz e mantida durante 20 dias. Após
este tempo a lavoura é drenada e mantida seca por 8
dias. Depois, irriga-se novamente mantendo o lençol
d'água até a maturação;

IV -Sistema-M4 - A irrigação é iniciada 10 dias após a
emergência do arroz e mantida por 35 dias. Após, é
drenada e mantida seca por 8 dias e posteriormente,
irrigada até a maturação.

2.1.1. Vantagens e desvantagens dos diversos sistemas -
de irrigação.

TSUTSUI (1972) e DE DATTA et alii(1975)
mostraram as principais vantagens dos sistemas de irri-
gação por inundação contínua (estática e corrente):

- a) Diminuição da incidência de inços;
- b) Controle da temperatura do solo. Não haverá tempera-
turas extremas, com máximas e mínimas muito distan-
tes, devido à presença da água que tem um calor espe-
cífico superior ao do solo;
- c) Melhor fixação do oxigênio atmosférico devido as con-
dições favoráveis ao desenvolvimento de algas;
- d) Economia de mão de obra;

- e) Aumento de fotossíntese nas folhas baixas, devido aos reflexos da luz na água;
- f) Os dois sistemas (estática e corrente) tem um potencial de produzir ótimos rendimentos;
- g) Na irrigação por inundação contínua estática a eficiência da irrigação, é maior que por inundação contínua corrente, e
- h) A irrigação por inundação contínua corrente é adotada em países quentes para baixar a temperatura do solo ou ainda em regiões onde haja substâncias tóxicas que prejudicam a planta.

DREYER (1972), na conclusão da análise dos quatro sistemas de irrigação, levando em conta os respectivos rendimentos, diz que o sistema de irrigação por inundação contínua-M1- além de apresentar a melhor produção, ainda controlou melhor as invasoras e permitiu uma maior regularidade na maturação. Os resultados foram confirmados por dois anos na Estação Experimental do Arroz (IRGA).

Sobre o sistema de irrigação intermitente, TSUTSUI (1972), diz que este método é recomendado para solos que tem elevada percolação profunda. DE DATTA et alii (1975), complementaram esta informação, dizendo que os rendimentos obtidos neste método de irrigação dependem, da capacidade que se tem de manter o solo com a umidade próxima ao estado de saturação. Por sua vez, o controle dos inços pode resultar pouco favorável, porque o método favorece seu desenvolvimento. Um dos inconvenientes do método de irrigação intermitente é requerer mão de obra especializada e um perfeito conhecimento das relações solo-água-planta.

Um dado comparativo entre o sistema de irrigação por inundação contínua e o sistema intermitente, é apresentado por TSUTSUI (1972), em uma experiência realizada no IARI de Nova Delhi, com a cultivar IR8 onde os rendimentos foram mais elevados na irrigação por inundação contínua. Contrariando esta informação, ANGLADETTE (1969) observa que num experimento nas Filipinas, a irrigação intermitente produziu um rendimento maior que a irrigação por inundação contínua. No entanto, o mesmo autor faz referências que na Índia não há muita diferença de resultados entre os dois sistemas de irrigação. Já nos EUA os melhores resultados foram obtidos com a irrigação por inundação contínua.

Na irrigação por rotação, DE DATTA et alii (1975) referem-se ao método, acentuando que o mesmo tem um potencial de produzir ótimos rendimentos, apesar de não ser eficaz no controle de ervas daninhas. As plantas neste sistema de irrigação reduzem seu porte e apresentam um número de afilhos mais elevado do que no sistema de irrigação por inundação contínua.

No caso do aproveitamento das águas da chuva para a irrigação, DE DATTA et alii (1975), observam que os rendimentos são extremadamente variáveis, pois dependem de um fator meteorológico não controlável. Entretanto, quando há possibilidade de manter o terreno inundado nas épocas de maior exigência de água pela planta, os rendimentos podem ser razoáveis, apesar de haver um controle deficiente de inços. A altura das plantas, tende a diminuir e a apresentar maior número de afilhos que no sistema de irrigação por inundação contínua.

2.1.2. Tipos de práticas de manejo d'água.

Entende-se por manejo d'água as diversas práticas que surgiram dentro dos sistemas de irrigação, para atender as mais diversas exigências ambientais locais.

Assim por exemplo, BERNARDES (1946), recomenda que a irrigação por inundação, deve ser feita 10 dias após a emergência do arroz e mantida por 30 dias. A partir desta data, a lavoura deve ser drenada para permitir o maior afilamento e o crescimento das raízes, explorando camadas mais profundas do solo. Quando as plantas revelarem sintomas de deficiência d'água, faz-se nova irrigação mantendo-a até a maturação. Entretanto esta prática evoluiu em face das condições atuais, e a irrigação é recomendada até os 15 dias após a emergência, pois dos 10 aos 15 dias são aplicados os herbicidas e somente 3 a 4 dias após a aplicação, é que se inicia a irrigação por inundação contínua. Quando iniciada a irrigação, esta não é mais interrompida, pois o afilamento é compensado por uma densidade de sementes aptas adequada.

Para encontrar um manejo d'água mais econômico e que permita ao arroz exteriorizar toda sua capacidade genética de produção, foram feitos diversos estudos em termos de altura de lâmina em entrosamento com diversos sistemas de irrigação.

MORRISON (1953) preocupado em determinar uma prática de manejo d'água que não alterasse o rendimento de grãos e que fosse econômica, estudou os seguintes manejos:

1. Sem irrigação, da germinação até a maturação.

2. Solo saturado mas não submerso.
3. Inundação contínua com uma lâmina de 5 cm de altura e com uma drenagem iniciada 42 dias após o plantio e mantida por 17 dias, voltando posteriormente com a inundação contínua.
4. Inundação contínua com uma lâmina de 12,7 cm de altura e com uma drenagem iniciada 42 dias após o plantio, e mantida por 17 dias, voltando posteriormente com a inundação contínua.
5. Inundação contínua com uma lâmina de 20,3 cm de altura com uma drenagem iniciada 42 dias após o plantio e mantida por 17 dias, voltando posteriormente com a inundação contínua.
6. Inundação contínua com uma lâmina de 12,7 cm de altura durante todo o período de irrigação.

O autor não faz referências se a irrigação por inundação contínua é estática ou corrente. A análise dos rendimentos mostrou que a prática 5 foi a que obteve maior produção seguida pela 4 e 3. A prática 1 não apresentou rendimentos.

Por outro lado o IRRI, The International Research Institute, ANNUAL REPORT (1968), realizou um experimento com 8 práticas de manejo d'água, utilizando a irrigação por inundação contínua. O trabalho não especifica se a inundação é estática ou corrente, no entanto se presume que seja estática e tenha sido iniciada 4 dias após o transplante. Somente uma prática (solo saturado) é semelhante a de MORRISON (1953), o restante é diferente como pode ser verificado:

1. Irrigação por inundação contínua com uma lâmina de

- altura igual a 2,5 cm.
2. Irrigação por inundação contínua com uma lâmina de altura igual a 7.5 cm.
 3. Irrigação por inundação contínua com uma lâmina de altura igual a 15 cm.
 4. Solo saturado com uma lâmina de altura igual a 1 cm.
 5. Irrigação por inundação contínua com uma lâmina de altura igual a 7,5 cm até o afilhamento; do afilhamento a maturação com solo saturado.
 6. Solo saturado até a fase da diferenciação do primórdio floral (D.P.F.) e inundação contínua com uma lâmina de 7,5 cm de altura até a maturação.
 7. Irrigação por inundação contínua com uma lâmina de altura igual a 15 cm até o afilhamento, no afilhamento uma drenagem por 8 dias e após a volta da mesma irrigação contínua até a maturação.
 8. Mesma prática anterior com o acréscimo de 8 dias de drenagem na D.P.F.

Destas práticas de manejo as que melhor resultado apresentaram foi a 2, 1 e 5, práticas que tinham inundação contínua e sem drenagem. Isto também foi confirmado pelo IRRI, ANNUAL REPORT (1969), que mostra que a prática de maior rendimento foi a de número 1 onde houve inundação contínua com uma lâmina d'água de 2,5 cm de altura, durante todo o ciclo da planta.

Por outro lado o IRRI, ANNUAL REPORT (1969), estudou em um experimento o comportamento da planta de arroz, face a uma deficiência de água no solo, quando esta água fosse retida com uma tensão de 50 centibares em diferentes sub-períodos do desenvolvimento da

planta. Nos sub-períodos do desenvolvimento em que a cul
tura não foi submetida a deficiência de umidade, foi fei
ta a irrigação por inundação com uma lâmina de 2,5 cm de
altura. Nesta combinação da deficiência de umidade com
irrigação por inundação, surgiram os seguintes manejos:

1. Irrigação por inundação contínua durante todo o perí
o compreendido entre o transplante e a matura
ção.
2. Irrigação por inundação contínua até o afilhamento; do
afilhamento até a floração foi mantida uma umidade re
tida pelo solo com uma tensão de 50 centibares, e da
floração até a maturação novamente a irrigação por i-
nundação contínua.
3. Irrigação por inundação contínua até a floração e da
floração até a maturação, foi mantida uma umidade no
solo, retida com uma tensão de 50 centibares.
4. Irrigação por inundação contínua até a diferenciação
do primórdio floral e da diferenciação até a matura
ção, o solo foi mantido com uma umidade retida com u-
ma tensão de 50 centibares.
5. Do transplante até o afilhamento o solo se manteve com
uma umidade retida com uma tensão de 50 centibares, e
do afilhamento até a maturação com uma inundação con-
tínua.
6. Do transplante até a diferenciação do primórdio flo -
ral o solo foi mantido com uma umidade retida, com u-
ma tensão de 50 centibares e da diferenciação até a
maturação com a inundação contínua.
7. Do transplante até a floração, manteve-se o solo com
uma umidade retida a 50 centibares de tensão e da flo
ração até a maturação, com a inundação contínua.

8. Do transplante até a maturação o solo esteve sempre com uma umidade correspondente a 50 centibares de tensão.

Das práticas relatadas pelo IRRI(1969) a que melhor rendimento obteve foi a primeira e a que menor rendimento registrou foi a última. Pode-se dizer ainda que quanto maior o período de escassez de água nas fases iniciais da planta, maiores serão os reflexos negativos no rendimento.

2.2. Consumo de água na cultura do arroz.

A quantidade de água necessária a uma cultura de arroz é o somatório das quantidades de água para saturar o solo, para completar a lâmina, para suprir a evapotranspiração e a percolação, para a constituição fisiológica da própria planta e para suprir todas as perdas no sistema de condução da água.

A quantidade de água necessária para a irrigação de uma lavoura de arroz é bastante discutida por diversos autores em todo o mundo e existem poucos trabalhos definindo este problema. No entanto, DREYER (1972), além de revelar a grande discrepância existente entre os dados disponíveis sobre o assunto, diz que a quantidade média de água por ha no Rio Grande do Sul, está em 1500 mm para um período de 100 dias de irrigação. Todavia, cita que o Departamento de Obras e Assistência Técnica do IRGA adota valores de 1,7 a 3,0 l/s/ha para o cálculo de instalações de recalque de água e quando do cálculo de capacidade de açudes é levado em conta o termo médio $17.274 \text{ m}^3/\text{ha}$ para 100 dias

de irrigação. O mesmo autor mostra os resultados do Projeto Sudoeste I da SUDESUL, onde se obteve dados de consumo d'água em três áreas de 174,2 ha, 83,6 ha e 118,4 ha com um consumo médio de 1470, 1130 e 1630 mm/ano, respectivamente.

PEREIRA NETO (1969), quando apresentou os resultados de 8 anos de irrigação dos Sistemas de Irrigação Santa Terezinha e da Sociedade Técnica de Irrigação Ltda., implantada em 1959 nos municípios de Osório, Santo Antônio da Patrulha e Viamão, cujo manancial é a Lagoa dos Barros no RS, mostrou que o consumo de água foi de 2079 mm, num período médio de irrigação de 138,5 dias, onde foram consideradas a evaporação nos canais de condução, a evaporação no manancial e as perdas no manejo pelos lavoureiros.

Na circular nº 63 do IPEAS (1973), se encontra um cálculo estimativo da necessidade de água a partir do consumo da evapotranspiração, afirmando que em Pelotas a necessidade de água é de 1100 mm para o arroz num período de 110 dias de irrigação. Todavia, cabe salientar que o cálculo se baseou numa irrigação cuja eficiência de consumo, foi de 65%, isto é, do total de água fornecido à lavoura 65% é consumido na evapotranspiração.

O consumo de água pela lavoura arrozeira está intimamente ligado às condições meteorológicas locais e às características físicas e topológicas do solo. Segundo MASCARELLO (1967), na Espanha o consumo em termos médios, está na faixa dos 2,2 l/s/ha para um consumo por safra de aproximadamente 2.000 mm. No entanto

na Itália o consumo está em torno de 3.500 mm. Já no Japão, em áreas experimentais, o consumo é estimado em 1240 mm, apesar da elevada temperatura, assim distribuídos:

- 40 mm para a semeadura (antes do transplante)
- 200 mm para o preparo do solo
- 1000 mm para os demais subperíodos de desenvolvimento da planta, incluindo as perdas por percolação.

Por outro lado ADAIR & ENGLER (1955), mostram que o consumo por safra é da ordem de 1830 mm para Austrália, Ceilão e Tailândia, afirmando que na Califórnia pode ser maior e oscilar de 900-2400 mm. Em Arkansas e Luisiana, EUA pode baixar para 450-900mm, pois parte da água é das chuvas e não está computada.

Entretanto ANGLADETTE (1969), mostra os resultados obtidos por diversos pesquisadores em países asiáticos, discordando um pouco dos dados de consumo citados por MASCARELLO (1967), que observa que o consumo no Japão é de 1240 mm, e ANGLADETTE (1969) mostra que o consumo no Japão está em função do ciclo da planta como mostra a Tabela 1. O mesmo autor diz que na Índia, embora os valores variem de um Estado para outro, o consumo total por safra deve estar em torno de 1500 a 2000 mm.

A preocupação dos pesquisadores em determinar exatamente a quantidade de água necessária a uma cultura de arroz, levou MORRISON (1953), a montar um experimento onde ele pudesse medir a água consumida pela lavoura, evitando a fuga pela percolação lateral. Pa

TABELA 1 - Resultados de pesquisas sobre o consumo de água na cultura do arroz em alguns países asiáticos.

PAÍSES	REGIÃO DA CULTURA	CARACTERÍSTICAS DO ARROZ	TRANSPIRAÇÃO (mm)	EVAPORAÇÃO (mm)	PERCOLAÇÃO (mm)	TOTAL (mm)
CHINA	Manchuria	--	259	388	1700	2347
	Vale do Rio Amarelo	--	340	297	144	781
	Baixo Vale do Yang-tse	--	312	221	342	875
	Alto Vale do Yang-tse	--	322	333	477	1132
	Vale do Pearl	--	184	274	168	626
FORMOSA	--	--	323	349	1065	1737
CORÉIA	Média	--	--	508	--	536
JAPÃO	--	Arroz precoce				
		-máximo	273	364	910	1647
		-mínimo	182	107	273	562
	--	Arroz ciclo médio				
		-máximo	425	200	1092	1717
		-mínimo	273	146	364	783
--	Arroz tardio					
	-máximo	546	217	1275	2033	
	-mínimo	273	146	455	874	
FILIPINAS	--	--	1180	188	900	2268
PAQUISTÃO	Este	Arroz Aman	733	382	78	1193
		Arroz Boro	515	436	54	1005
INDIA	Punjab	--		660-734	--	660-734
	Biher	--		696	--	696
	Bombay	--		635	--	635

FONTE: ANGLADETTE (1969)

ra isso, montou um experimento em caixas de metal sem fundo e com as práticas de manejo d'água descritas no ítem 2.1.2, e apenas sintetizadas na tabela 2.

Pode-se verificar que o consumo depende da altura da lâmina d'água e da prática do manejo adotado.

Por outro lado, DE DATTA & WILLIAMS- (1968), com a preocupação de determinar o consumo, realizaram um experimento no IRRI, utilizando também tanques de metal, porém, com um controle mais rígido. O experimento foi realizado em tanques com fundo vedado à passagem d'água e repetido em tanques sem fundo, com a finalidade de impedir unicamente a percolação lateral. Com este sistema foi medido o consumo de água - com muita precisão em oito práticas de manejo d'água. As práticas de manejo foram relacionadas pelo IRRI , ANNUAL REPORT (1968) e descritas detalhadamente no ítem 2.1.2. desta revisão. A tabela 3 mostra os dados de consumo no período de 91 dias de irrigação por práticas de manejo.

Uma previsão das necessidades de água por prática de manejo d'água é feita por DE DATTA et alii(1975). A tabela 4 mostra a necessidade de água para 100 dias de irrigação, evidenciando que a inundação contínua corrente é a que mais consome água.

TABELA 2 - Efeitos do manejo d'água no consumo e eficiência do uso da água em parcelas sem percolação lateral.

PRÁTICAS DE MANEJO D'ÁGUA	TOTAL DE ÁGUA APLICADA (mm)	EFICIÊNCIA NO USO D'ÁGUA g/l
1- Solo sem irrigação (só precipitação)	330	0,0
2- Solo saturado	876	0,12
3- Inundação contínua com h* = 5cm + 17 dias de drenagem e + inundação contínua	1177	0,37
4- Inundação contínua com h = 12,7cm + 17 dias de drenagem e + inundação contínua	1286	0,34
5- Inundação contínua com h = 20,3cm + 17 dias de drenagem + inundação contínua	1854	0,25
6- Inundação contínua com h = 12,7cm sempre	1513	0,21

FONTE: MORRISON (1953). *h = altura da lâmina d'água.

TABELA 3 - Efeitos do manejo d'água, no consumo e eficiência do uso da água em parcelas com e sem percolação profunda com a cultivar IR8.

PRÁTICAS DE MANEJO D'ÁGUA	parcelas com percolação profunda		parcelas sem percolação profunda	
	água aplicada em 91 dias(mm)	eficiência no uso d'água (g/l)	água aplicada em 91 dias(mm)	eficiência no uso d'água (g/l)
1- Inundação contínua com h*=2,5cm	805	1,19	607	1,77
2- Inundação contínua com h =7,5cm	850	1,14	602	1,89
3- Inundação contínua com h =15,0cm	1418	0,63	605	1,79
4- Solo saturado com h = 1,0 cm ...	647	1,39	639	1,42
5- Inundação contínua com h =7,5 cm mais solo saturado de h=1,0 cm..	800	1,17	649	1,59
6- Solo saturado com h=1,0 cm mais inundação contínua de h= 7,5 cm	780	1,17	595	1,68
7- Inundação contínua com h=15,0cm com uma drenagem no afilhamento	1344	0,68	585	1,82
8- Mesma prática 7 com mais uma drenagem na diferenciação no primórdio floral	1240	0,69	549	1,94

FONTE: DE DATTA & WILLIMS (1968)

h* = altura da lâmina d'água

Tabela 4 - Necessidades de água na cultura do arroz por prática de manejo d'água, por um período de 100 dias de irrigação.

PRÁTICA DE MANEJO D'ÁGUA	Evapotranspiração (mm)	Necessidade total (mm)
A- Inundação contínua estática (h" = 2,5 cm)	600	600- 800
B- Inundação contínua estática (h = 2,5-7,5 cm)	600	600- 800
C- Inundação contínua estática (h = 15 cm)	600	700-1000
D- Inundação contínua corrente	600	1200-4500
E- Irrigação por rotação	600	600- 700
F- Irrigação intermitente	600	800- 900

FONTE: DE DATTA et alii (1975) "h = altura da lâmina de água

2.3. Altura da lâmina d'água.

A altura da lâmina d'água em uma cultura de arroz, geralmente é determinada pelo grau de infestação da lavoura por ervas invasoras, ou pela necessidade de manter uma determinada temperatura no arrozal, pois a água funciona como um corpo termo-regulador.

Todavia, com a introdução de cultivares de porte baixo e com a premente necessidade de economizar água, houve-se por bem desenvolver um estudo que

permitisse determinar qual a altura ideal da lâmina d'água. Diversos estudos e recomendações surgiram a respeito, alguns baseados em observações práticas, outros em trabalhos científicos.

Assim por exemplo MASCARELLO (1967) , observou em culturas na Itália, que a altura da lâmina d'água varia de 5-15 cm podendo ir até 30 cm, quando a infestação é muito grande por ervas invasoras. Já na China e no Japão, onde as técnicas são mais aprimoradas, a lâmina oscila entre 5-8 cm.

SPIRO et alii (1974) se preocuparam - em determinar a altura da lâmina d'água que fosse adaptável para a lavoura no RS. Por esta razão estudaram as alturas de 5, 15, 20 e 30 cm com a cultivar EEA-404. Apesar do experimento ter sofrido a ação de fatores aleatórios, como ataque de brusone, temperaturas baixas em fevereiro e um elevado número de panículas chochas, através do mesmo ficou claro que não há nenhuma relação entre a altura da lâmina e o rendimento de grãos. Não satisfeitos com este resultado SILVA & SPIRO (1975) montaram outro experimento, continuando as pesquisas anteriores. Neste, foram estudados os manejos de solo saturado e alturas de lâmina de 5, 15, e 30 cm. Verificaram que os rendimentos não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos de altura d'água e concluíram que o óbvio seria utilizar a lâmina d'água de altura mínima. Entretanto, não se deve esquecer a recomendação - da circular nº 63, do IPEAS (1973) segundo a qual, uma lâmina de 10-15 cm de altura d'água uniformemente distribuída é necessária para o controle da maioria dos in

ços.

MORRISON (1953) chegou à conclusão do seu trabalho dizendo que a profundidade da lâmina d'água não é importante para se obter bons rendimentos, salvo se houver algum problema com ervas daninhas. Resultados semelhantes a estes chegaram também DE DATTA & WILLIAMS (1968), ao verificarem que a altura da lâmina d'água não influi nos rendimentos; entretanto deve existir no momento adequado a quantidade de água necessária, à disposição da planta para que ela não sofra deficiência hídrica.

Já em 1956 e 1957, EVATT (1958), se preocupava em determinar a ação dos fertilizantes em duas profundidades de lâmina d'água (10-15 e 25-30 cm). Seu trabalho mostrou que os rendimentos foram significativamente superiores nas parcelas em que a lâmina d'água estava entre 10-15 cm.

Nas Filipinas no IRRI, foram feitos diversos estudos de altura de lâminas d'água em experimentos com a cultivar IR8. A respeito DE DATTA et alii (1973), divulgam os dados não publicados de JANA & DE DATTA (1970), que mostram que as parcelas com solo saturado, tiveram um rendimento de grãos tão bom como as parcelas que tiveram uma inundação contínua, com uma lâmina de 5 cm de altura, durante todo o período de irrigação. Apesar dos resultados, os mesmos autores recomendaram que uma inundação com uma lâmina de 5-7 cm de altura, seria a melhor lâmina que poderia controlar os inços, aumentar a eficiência dos fertilizantes e combater melhor os insetos e ervas daninhas, que são controlados com produtos químicos granulados.

Ainda DE DATTA et alii (1973), revelando outro experimento não publicado, dos autores DEVA SUNDARAJAH & DE DATTA (1970), mostram que não houve diferença significativa entre rendimentos obtidos de manejos d'água, com lâminas de 2,5 cm, 5 cm, 10 cm e 20 cm de altura para duas cultivares de arroz. O mesmo experimento mostra também a incidência quatro vezes maior, de ervas daninhas, nos tratamentos com lâmina de 2.5 cm de altura, em relação aos demais.

Para um controle razoável das ervas invasoras, a lâmina recomendada por ANGLADETTE (1969) e DE DATTA et alii (1975), é de 2,5-7,5 cm até as plantas de arroz atingirem a altura de 15-20 cm; após, a lâmina deve aumentar para 10-15 cm de altura. No entanto TSUTSUI (1972), defendendo a utilização de lâmina rasa de água (5 cm de altura) faz as seguintes ponderações:

- a) A temperatura d'água tem uma oscilação maior entre o dia e a noite, em lâminas rasas, do que em águas mais profundas;
- b) A água rasa favorece a decomposição da matéria orgânica resultando no melhor desenvolvimento do sistema radicular;
- c) Nas águas profundas o percentual de evaporação é maior, pois armazena mais energia térmica;
- d) As perdas por infiltração são menores em lâminas rasas. O mesmo autor faz ainda as seguintes recomendações para lavouras de arroz em que é utilizado o método de transplante de mudas:
 - Durante o transplante deve-se empregar uma lâmina d'água de 2-3 cm de altura;

- Depois do transplante deve-se utilizar uma lâmina de 5-10 cm por um período de 8 semanas;
- Durante o afilhamento a profundidade deve ser mantida tão baixa quanto possível, efetuando uma pequena drenagem no início da fase de máximo afilhamento;
- Na fase inicial do florescimento deve haver abundância de água em torno de 5-8 cm de altura de lâmina;
- Duas a três semanas após o florescimento total da lavoura deve-se proceder a drenagem da mesma.

2.4. Determinações da evapotranspiração.

MOTA & GOEDERT (1966) estimaram a "evapotranspiração potencial do Rio Grande do Sul" pelo método de Penman e mostraram, através de comparação com a precipitação pluviométrica, que nos meses de outubro a março, há uma deficiência pluviométrica para a região de Porto Alegre. No mês de dezembro a ETP é a máxima. Os autores descrevem que a necessidade de água para as culturas que estão em ativo crescimento, cobrindo completamente o solo e nunca lhes faltando o necessário suprimento d'água, está em torno de 762 mm/ano para a região de Porto Alegre. Valores diferentes foram obtidos por RABINOVITCH (1965), que fez um estudo das necessidades hídricas para a cultura do arroz na região da Baixada Fluminense. O método usado foi o de Blaney e Criddle para o cálculo da evapotranspiração potencial. O período considerado para o arroz foi de outubro a março, com o consumo pela ET de 966 mm. As

necessidades hídricas totais para o arroz, no mesmo período são de 1834 mm, considerando a precipitação e uma eficiência de irrigação de 50%.

Por outro lado, pesquisadores do IRRI, procurando determinar a evapotranspiração real para a cultura do arroz, montaram um experimento relatado no ANNUAL REPORT (1968) onde aparece os efeitos de diferentes práticas de manejo d'água nas características do desenvolvimento, e rendimentos de grãos e as medidas de evapotranspiração nos anos 1966, 1967 e 1968. Assim em 1966, durante a estação das chuvas, a evapotranspiração foi de 396 mm e a relação ET/E foi igual a 1,29. Em 1967 e 1968, durante a estação seca, a evapotranspiração foi de 441 e 589 mm, com as relações ET/E de 1,55 e 1,56, respectivamente. Desta forma fica evidente que em tempo seco, a relação ET/E aumenta devido ao maior aumento da evapotranspiração do que a evaporação, pois estas são afetadas pela radiação solar, pela temperatura e umidade do ar. Segundo DE DATTA & WILLIAMS (1968), que realizaram o experimento durante a estação seca, verificaram que os consumos por evapotranspiração durante os 91 dias de irrigação, para três alturas de lâmina d'água de 2,5cm, 7,5cm e 15cm em tanques metálicos com fundos perfeitamente vedados, foram de 607, 602 e 605 mm, respectivamente. Neste mesmo ano, mas na estação das chuvas, o experimento foi repetido e mostrou um consumo de ET de 430, 459 e 433 mm, respectivamente, para as três alturas de lâminas d'água, anteriormente citadas. Resultados semelhantes são mostrados por DE DATTA et alii (1973), que dizem que em 1968 durante a estação das chuvas, a e

vapotranspiração do arroz foi de 445 mm e que a razão ET/E foi de 1,6, bastante semelhantes às obtidas em 1967 e 1968, durante a estação seca. Todavia valores diferentes destes, foram obtidos anteriormente por BUTLER & PRESCOTT (1955), que mostraram uma relação média de ET/E igual a 1,1 para a localidade de Murumbidgee na Austrália.

CHEANEY (1973), em seu trabalho "Manejo d'água" faz referências a um experimento realizado na República Dominicana durante o verão, época mais quente e ensolarada do ano. Neste trabalho, os valores reais da evaporação e transpiração, à semelhança do IRRI, foram obtidos em tanques cultivados com fundo impermeável da fase de semeadura até a colheita. A evaporação foi de 360mm no período de 90 dias, enquanto que a transpiração e evaporação consumiram 1265 mm durante o mesmo período. Somente a transpiração, consumiu 905 mm deste total, superando os valores relatados anteriormente pelo IRRI.

Dos componentes da evapotranspiração, a evaporação é maior nos estádios iniciais do desenvolvimento da planta e a transpiração é superior nos estádios intermediários (diferenciação do primórdio floral e floração), decrescendo acentuadamente perto da colheita; a evaporação aumenta no final da cultura. Assim sendo, a proporção de evaporação e transpiração na evapotranspiração, é uma função do índice de área foliar (I.A.F.). As flutuações são devidas ao aumento de área foliar, causado pelo nascimento de novas folhas ou a diminuição de área foliar, causada pela morte de folhas velhas. De acordo com DE DATTA et alii (1973), os maiores consumos de evapotranspiração na cultura do arroz foram registrados na diferencia -

ção do primórdio floral, no início da floração e quando os grãos estavam ficando com massa firme, coincidindo com as épocas de maior área foliar.

BEIRSDORF et alii (1972), aplicando o mesmo sistema preconizado pelo IRRI, determinou "in loco" os valores da evapotranspiração.

Tabela 5 - Evapotranspiração real e evaporação medidas em Pelotas - RS 1971/72.

DATA	ET medida na lavoura de arroz (mm)	Evaporação Eo do tanque classe "A" (mm)	Relação ET/Eo
Dez/71	84,24	87,28	0,96
Jan/72	116,46	136,55*	0,85
Fev/72	75,77	94,19*	0,80
Mar/72	147,86	102,14	1,45
Abr/72	85,79	59,95	1,43

*Dados sujeitos a retificação devido a possível vazamento no tanque.

FONTE: BEIRSDORF et alii (1972).

Os resultados da tabela 5 conseguidos por BEIRSDORF et alii (1972) na Seção de Climatologia Agrícola do IPEAS no período da cultura de 71/72, não estão muito concordantes com os dados apresentados pela circular nº 63 do IPEAS (1973) que mostra os valores médios de evapotranspiração do arroz no município de Pelotas (RS) para os anos 70/71 e 71/72.

MESES	EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)
dezembro	257
janeiro	183
fevereiro	174
março	159

Considerando os 110 dias de irrigação, estes dados indicam um consumo de água pela evapotranspiração do arroz em Pelotas, de 720 mm.

2.5. As relações entre o manejo d'água e fatores ambientais.

Os solos com elevados teores de umidade, levam mais tempo para se aquecer do que os solos secos. Isto é comprovado por YAKUWA (1946), que mostra que os solos muito argilosos demoram mais para elevar a temperatura do que os solos francos. Nos dias quentes as temperaturas do solo, até uma profundidade de 5 cm, podem apresentar uma oscilação de até 12°C entre as temperaturas máximas e mínimas.

RANEY & MIHARA (1967) ao estudarem as influências das lâminas d'água estática e corrente na temperatura do solo, mostraram que a presença de uma camada de água parada nos quadros de arroz, baixa a temperatura do solo em relação ao solo com pouca umidade.

Se houver água corrente a temperatura baixará ainda mais. A lâmina d'água estática tem temperatura mais elevada que a temperatura do ar. Situação inversa ocorre se ela for corrente. Segundo TANAKA (1963), a temperatura da água estática pode estar 5 a 6°C mais elevada que a do ar durante a noite, e apenas

1 a 2°C durante o dia. Baseado neste fato, os agricultores japoneses mantêm uma lâmina de água profunda, durante a fase da diferenciação do primórdio floral na cultura. O mesmo autor, num estudo de esterilidade de grãos, mostra que em temperaturas menores do que 15°C não há fertilização, provocando a formação de grãos estéreis. Recomenda que a temperatura ótima para a floração seja de 30-32°C. Recomendações semelhantes são feitas pelo IPEAS (1973), dizendo que o arroz é prejudicado por temperaturas mínimas inferiores a 15°C, sendo os danos maiores, se estas temperaturas ocorrerem durante a meiose (entre os 13 e 7 dias antes da emissão das panículas). Durante a formação dos grãos a temperatura média não deve ser inferior a 20°C. Por outro lado, a temperatura da água de irrigação tem importante influência porque o ponto de crescimento da planta do arroz permanece submerso até duas semanas antes da emissão da panícula. A faixa ótima de temperatura d'água durante todo o ciclo está entre 21 e 27°C, sendo que temperaturas superiores a 30°C, provocam uma redução no conteúdo do oxigênio dissolvido, prejudicando o desenvolvimento das raízes.

PETERSON (1974), ao estudar a ação das temperaturas baixas da noite na esterilidade do arroz, cita dois trabalhos importantes realizados pelos japoneses. O primeiro de TSUNODA & MATSUSHIMA (1962), que cultivaram o arroz em uma lâmina de água com uma altura de 2 cm e a uma temperatura de 15°C. Por ocasião do fim do emborrachamento, a lâmina d'água foi aumentada para 20 cm, por um período de 15 dias. Os resultados desta prática foram os seguintes: com a lâmina de 2 cm

a esterilidade foi de 20% e com a lâmina de 20 cm a esterilidade alcançou 95%. O segundo trabalho realizado - por NISHIYAMA et alii (1969) mostram os efeitos benéficos obtidos quando o arroz é irrigado com uma lâmina de água rasa com temperatura d'água de 23°C, enquanto a temperatura do ar estava a 12°C. Esta lâmina rasa foi e levada para 21 cm de altura por um período de 4 dias no final do emborrachamento e a esterilidade que foi de 80% na lâmina rasa, baixou para 5% na lâmina de 21 cm.

DE DATTA et alii (1975), descrevem que tanto as temperaturas altas como as baixas, reduzem o rendimento e citam que no Japão a recomendação é que as temperaturas ótimas para a cultura do arroz estejam entre 25°C a 30°C. As temperaturas maiores que 30°C tem efeitos negativos na cultura da IR8 e outras cultivares índicas semelhantes no Paquistão Ocidental. As temperaturas elevadas podem diminuir o consumo de silício e potássio, podem reduzir o número de afilhos e aumentar o percentual de esterilidade. As diferenças entre as temperaturas de água, mínimas da noite e máximas do dia, são uma função do manejo adotado. Assim, em lâminas rasas as diferenças são relativamente grandes e maiores que as diferenças nas lâminas profundas. A temperatura da água na lâmina rasa tende a acompanhar as oscilações da temperatura do solo, ao passo que as temperaturas da água em lâminas mais profundas tendem a acompanhar a temperatura do ar. Entretanto, todas as temperaturas das lâminas d'água dependem da temperatura da água do manancial fornecedor da água de irrigação.

Além das temperaturas do ar e água,

outros fatores ambientais, tais como, radiação solar e umidade relativa, tem grandes influências no consumo de água pela evapotranspiração. Segundo o ANNUAL REPORT (1968) do IRRI, os dados da radiação solar e temperatura são correlacionados com o consumo da evapotranspiração (ET) e da evaporação (E). A figura 1 mostra as médias de leituras de 10 dias de radiação solar evidenciando uma correlação positiva com a evapotranspiração ($r = 0,81^{**}$) e evaporação ($r = 0,70^*$). Por sua vez, a temperatura em °C também mostra uma significativa correlação com a evapotranspiração ($r = 0,91^{**}$) e evaporação ($r = 0,70^*$). As observações médias da umidade atmosférica mostraram uma relação negativa com a evapotranspiração ($r = 0,67^{**}$) e com a evaporação ($r = 0,70^*$).

A radiação solar não tem sua influência marcada somente no consumo d'água, pois é citada pelo IPEAS (1973), como sendo a única fonte de energia que a planta utiliza na formação da matéria seca. Portanto, rendimentos máximos só serão obtidos quando se tiver uma radiação solar máxima propiciando o máximo de fotossíntese, principalmente nas fases de floração e maturação.

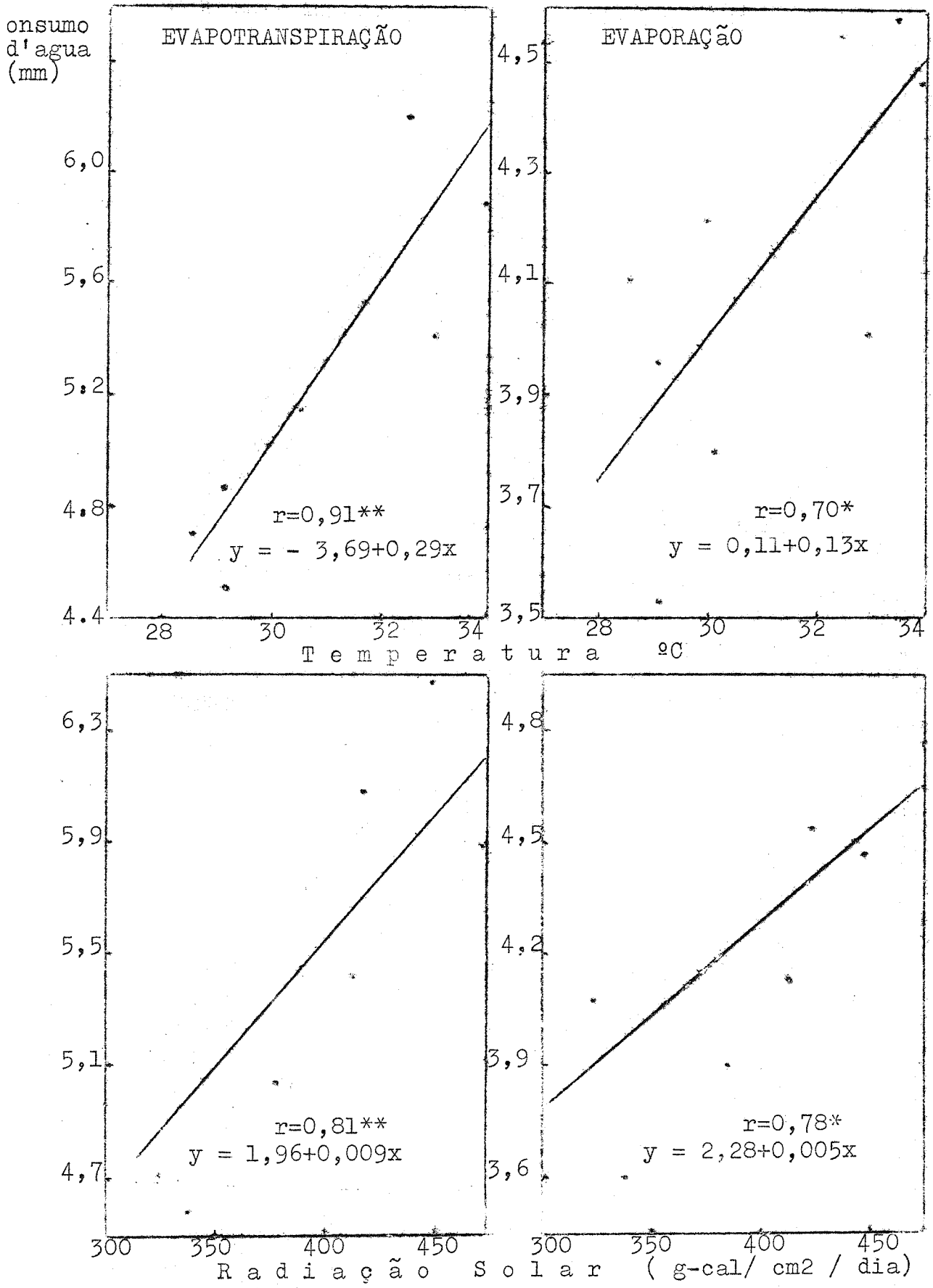


Figura 1 - Relações entre a temperatura, evaporação e evapotranspiração e entre a radiação solar, evaporação e evapotranspiração (IRRI, 1968 estação seca)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do Experimento.

O presente experimento foi realizado na Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) localizada no Município de Cachoeirinha (RS).

3.2. Descrição do tipo de solo e clima.

O solo é um planosolo, textura média, relevo plano, substrato de sedimentos aluviais recentes, pertencente a unidade de mapeamento Vacacai I (Boletim Técnico nº 30 do Ministério da Agricultura, 1973). O mesmo autor assim descreve o perfil deste solo:

- A₁₁ 0-30 cm; bruno escuro (10 YR 3/3, úmido); franco arenoso; poroso; friável, ligeiramente plástico, e pegajoso transição clara, raízes abundantes.
- A₁₂ 30-45 cm; bruno amarelo escuro (10 YR 4/4 úmido) franco arenoso; poroso; friável; não plástico e pegajoso, transição clara, plana; raízes abundantes.
- A₂₁ 45-60 cm; bruno (10 YR 5/3, úmido) mosqueado pequeno distinto e bastante; bruno forte (7.5 YR 5/8, úmido); franco arenoso, poroso; friável, não plástico e não pegajoso, transição clara, plana; raízes comuns.
- A₂₂ 60-70 cm; cinzento claro (10 YR 2/2, úmido), mosqueado pequeno distinto e bastante; franco arenoso sem estrutura, poroso com alguns poros grandes; solto, não plástico, transição abrupta e plana, poucas raízes.

- B_{2g} 70-120 cm; cinzento (10 YR 5/1, úmido), devido aos "coatings", bruno amarelado (10 YR 5/4, úmido amassado) mosqueado grande abundante e proeminente, vermelho (10 YR 4/8, úmido) e bruno amarelado claro - (10 YR 6/4, úmido) franco argiloso; pouco poroso, extremamente duro, muito firme, plástico e pegajoso, transição gradual e plana, poucas raízes.
- G 120-200 cm; cinza oliváceo claro (5 YR 6/2, úmido) mosqueado preto (N1/, úmido); franco argiloso, pouco poroso; firme, sem raízes.

O clima pertence a classificação - cfa de Köppen, isto é, clima subtropical úmido. Dados meteorológicos de Porto Alegre, distante 12 km da sede da estação, com maior número de anos de observações são indicados na tabela 6.

TABELA 6. Normais de temperatura, precipitação, insolação e umidade relativa de Porto Alegre nos meses de outubro à março e anual.

LEAMENTO METEOROLÓGICO	M E S E S						
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	MÉDIA ANUAL
mp.Médias(°C)	18,4	20,9	23,2	24,6	24,4	23,1	19,3
dia Temp.Max(°C)	23,5	26,5	29,1	30,4	30,0	28,5	24,5
dia Temp.Mín(°C)	13,8	15,8	17,9	19,7	19,7	18,3	14,5
ecipitação(mm)	101	92	92	102	89	93	1.322
solação em(horas)	191	227	254	242	217	201	2.303
idade Relat(%)	76	74	72	72	75	76	77

FONTE: MORENO (1961)

3.3. Tratamentos

Os tratamentos constaram da combinação de 3 práticas de manejo d'água de irrigação em 2 cultivares de arroz.

3.3.1. Práticas de manejo d'água na irrigação

3.3.1.1. Água corrente com uma lâmina de altura média - de 7 e 12 cm (Tratamento 1)

As parcelas com este tratamento foram abastecidas durante todo o período de irrigação com uma vazão correspondente a 2 l/s/ha. A altura da lâmina d'água dentro da parcela foi de 7 cm durante os sub-períodos vegetativos e de 12 cm durante os sub-períodos reprodutivos. Esta altura foi controlada por uma régua milimetrada instalada no interior da unidade experimental. O excesso d'água foi retirado das parcelas por meio de um tubo aberto nivelado e colocado a 7 cm de altura do solo nos sub-períodos vegetativos e a 12 cm nos sub-períodos reprodutivos da planta.

3.3.1.2. Água estagnada com uma lâmina de altura média de 7 a 12 cm (Tratamento 2)

Este tratamento baseou-se na suposição de que não haveria a necessidade de água corrente na lavoura, mas somente de uma lâmina estagnada. As parcelas com este tratamento foram abastecidas por irrigação ou pela água da precipitação pluviométrica. O excesso foi retirado por vertedouros. Os níveis de 7 cm nos sub-períodos vegetativos e 12 cm nos sub-períodos reprodutivos foram controlados por uma régua milimetrada instalada no interior da parcela. Permitiu-se uma oscila -

ção da altura da lâmina de 4 cm, isto é, quando se colocava a água na parcela o nível podia atingir até 2 cm acima da referência bem como o consumo podia ir até 2 cm abaixo.

3.3.1.3. Água estagnada com uma lâmina rasa (Tratamento 3)

Este tratamento consistiu em manter nas parcelas uma lâmina rasa que apenas cobrisse a superfície do solo sem que houvesse água corrente. O abastecimento foi efetuado por irrigação ou por água proveniente da precipitação pluviométrica. Quando houvesse um excesso de água precipitada esta era retirada manualmente com auxílio de um recipiente previamente aferido. O controle do nível de água nas parcelas foi realizado com auxílio de uma régua milimetrada. A altura da lâmina podia estar até 2 cm acima do nível médio do solo. Tomou-se o cuidado de nunca deixar as parcelas com a superfície do solo seca.

3.3.2. As cultivares

As cultivares representam em suas características a maioria das cultivares atualmente semeadas no Rio Grande do Sul.

3.3.2.1. Bluebelle

A Bluebelle é uma cultivar americana do grupo "Patna" obtida do cruzamento CI 9214 x (Century Patna x 231 CI 9122) com um ciclo vegetativo de 115 a 125 dias, possuidora de baixo vigor inicial, pouca capacidade de afilhamento e porte médio (PEDROSO - 1975) (Fotografia 1).

BLUEBELLE

EEA-405



FOTO 1 - CULTIVARES



FOTO 2 - RESERVATÓRIO DE 60.000 LITROS.



FOTO 3 - TANQUE DE NÍVEL CONSTANTE.



FOTO 4 - ABASTECIMENTO DA PARCELA NO TRATAMENTO 21/s/ha.



FOTO 5 - RESERVATÓRIO DE 1.000 LITROS.



FOTO 6 - ABASTECIMENTO DAS PARCELAS NOS TRATAMENTOS 2 e 3

3.3.2.2. EEA-405

A cultivar EEA-405 obtida do cruzamento das cultivares Profílico, que é uma seleção da Blue Rose e procede dos Estados Unidos, com a Novelli procedente da Itália, possui porte alto, folhas decumbentes, ciclo curto (122 dias) e de alto vigor inicial. (Fotografia 1)

3.4. Delineamento Experimental

Os tratamentos formados pelas combinações entre 3 práticas de manejo d'água de irrigação e 2 cultivares, originou um experimento fatorial de tipo 3 x 2, delineado em blocos casualizados com 4 repetições.

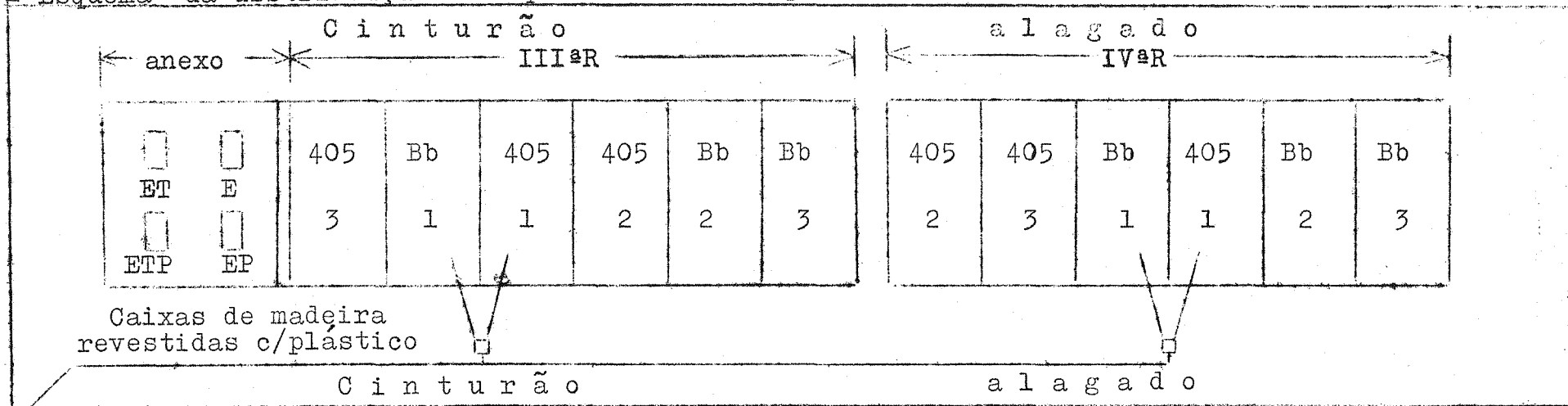
As unidades experimentais, condutos e tanques de aferição foram localizados em uma área de 10.000 m² próxima do canal de irrigação com 2,2 m² de secção transversal e distante 500 m da estação agrometeorológica.

A dimensão básica das parcelas foi de 3,6 x 8,2 m = 29,52 m² com uma área útil de 2 x 5 = 10 m². A área total plantada foi de 708,48 m².

Os resultados foram analisados pelo método da análise da variância usando-se o teste Tukey a 1% de probabilidade para a diferenciação entre médias de tratamentos conforme orientação apresentada por MARKUS (1974) e PIMENTEL GOMES (1963).

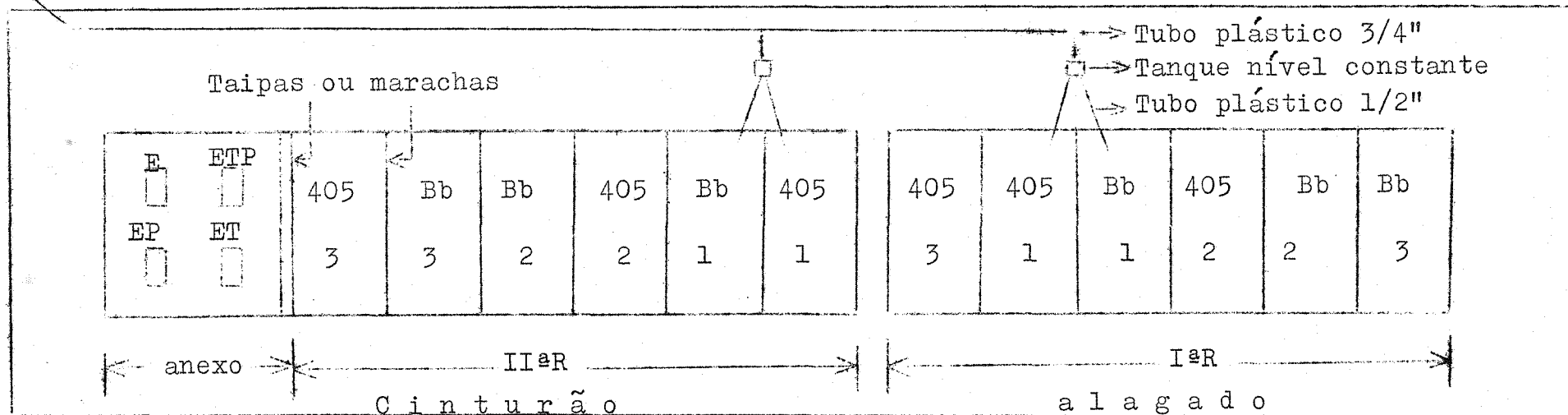
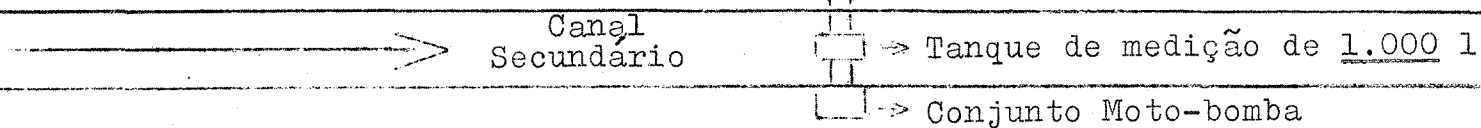
A figura 2 mostra a distribuição no campo do experimento, depois de sorteadas as unidades experimentais e as repetições.

Figura 2 - Esquema da distribuição do experimento no campo.



405 e Bb = Cultivares
1, 2 e 3 = Tratamentos de irrigação

Reservatório
nº 600001



3.5. Determinações do consumo de água

3.5.1. Água consumida e desperdiçada no tratamento de irrigação 1

A vazão correspondente aos 2 l/s/ha em todas as parcelas com este tratamento foi obtida com o auxílio de um reservatório de 60.000 litros, abastecido diretamente por gravidade do canal principal da EEA (Fotografia 2).

Deste reservatório foram tiradas derivações de 3/4" de diâmetro para os tanques de nível constante, instalados no cinturão molhado de frente às parcelas com este tratamento. Do tanque de nível constante com um tubo plástico de 1/2" retirava-se a água para abastecer a parcela, numa vazão correspondente a 2 l/s/ha (Fotografias 3 e 4). A aferição desta vazão era feita volumetricamente 2 vezes por semana. O cálculo da quantidade de água consumida e desperdiçada nas parcelas com o tratamento de irrigação com água corrente foi baseado na vazão de 2 l/s/ha durante o período considerado. O resultado foi expresso em m³/ha. Os valores da quantidade de água utilizada são iguais para os mesmos sub-períodos nas duas cultivares, bem como a quantidade de água utilizada diariamente é sempre a mesma durante todo o período de irrigação.

3.5.2. Consumo total de água no tratamento de irrigação 2

Um pequeno conjunto moto-bomba recalçava a água do canal secundário para o reservatório

de 1000 litros perfeitamente aferido. Do reservatório de medição a água era conduzida por gravidade através de mangueiras plásticas de 2" de diâmetro até as parcelas. O volume de água colocado nas parcelas foi medido no reservatório de aferição de 1000 litros. Além desta medida, foram feitas 2 leituras na régua milimetrada dentro da parcela, uma antes e outra após colocada a água (Fotografias 5 e 6).

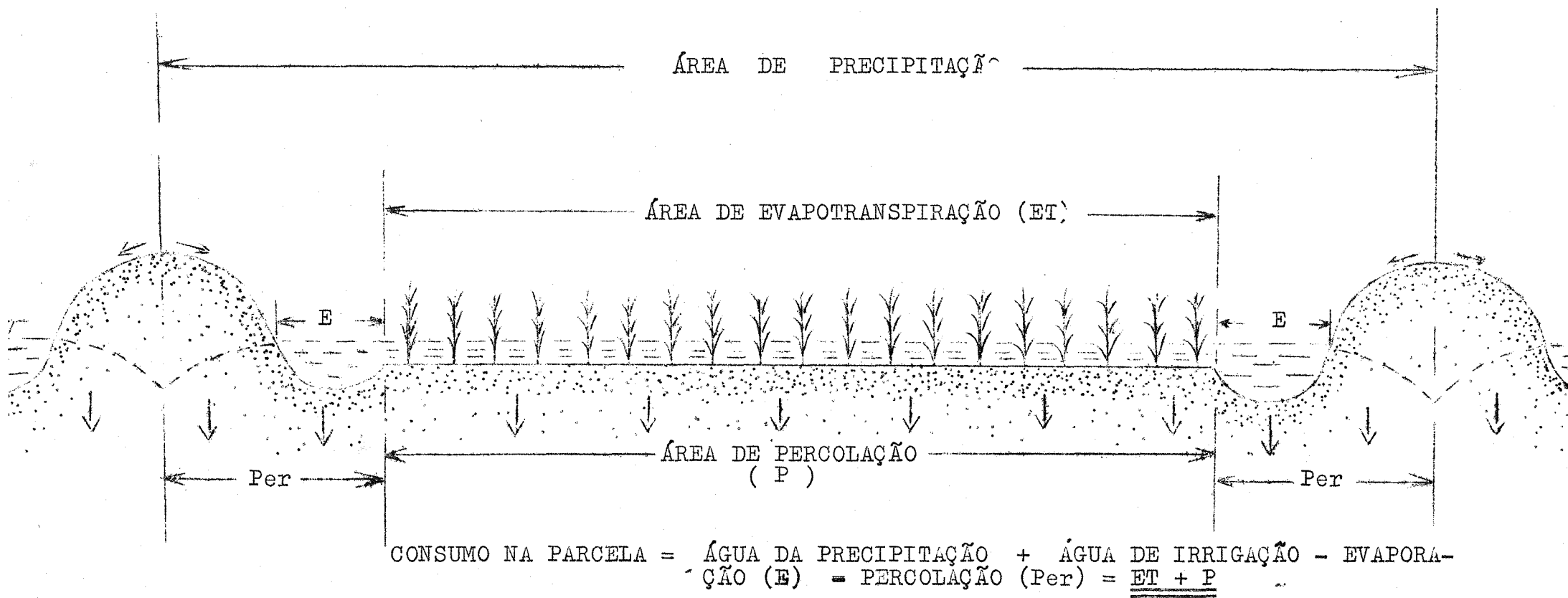
A determinação do consumo de água nas parcelas com o tratamento de água estagnada - com uma lâmina de altura média de 7 cm nos sub-períodos vegetativos e 12 cm nos sub-períodos reprodutivos baseou-se no somatório das quantidades de água colocada (irrigação) e das quantidades de água provenientes das chuvas no sub-período considerado. Do valor deste somatório foram subtraídas:

- a) as quantidades de água perdidas por evaporação e percolação na faixa de terra não plantada e que margeia cada unidade experimental;
- b) as quantidades que foram retiradas devido ao excesso de precipitação pluviométrica. A quantidade assim obtida é o total consumido somente pela área plantada no sub-período considerado e expresso em m^3/ha (Figura 3).

3.5.3. Consumo total de água no tratamento de irrigação 3

O abastecimento d'água à parcela foi feito da mesma forma que o tratamento anterior. Levou-se em conta que, a oscilação da altura da lâmina

Figura 3 - Esquema do consumo de água na parcela



d'água foi menor (2 cm) e por esta razão a irrigação foi feita com maior frequência, embora, com quantidades menores (Fotografias 5 e 6).

Os cálculos do consumo de água nas parcelas com o tratamento d'água estagnada com uma lâmina rasa durante todo o período de irrigação - do arroz foram determinados da mesma maneira que o cálculo do consumo de água no tratamento 2 (Figura 3)

3.5.4. Componentes do consumo de água

a - Evaporação "E" e "Eo"

Foram instaladas, junto às repetições II e III, do experimento, 2 caixas de madeira medindo 2 x 1 x 0,6 m revestidas de plástico sem emenda afim de impedir a passagem da água e enterradas 0,35 m, ficando 0,25 m fora da superfície do solo (Fotografia 7). O solo que foi retirado separadamente em camadas de 10 cm, foi reposto na ordem inversa da retirada de tal modo que o nível dentro e fora das caixas ficou o mesmo. Juntamente com o experimento, as caixas foram irrigadas até que se formasse uma lâmina de 7 a 10 cm de altura na superfície. A partir do início da irrigação, foram tomadas medidas periódicas da lâmina consumida por evaporação (E) com o auxílio de uma ponta linimétrica (Fotografia 7). Sempre que houvesse necessidade fazia-se a reposição da água consumida, ou então, retirava-se o excesso de precipitação pluviométrica. Dentro das caixas e nos contornos não plantados das unidades experimentais, crescia uma vegetação aquática que por três vezes foram limpos durante o período de irrigação. Os



FOTO 7 - CAIXAS DE EVAPORAÇÃO E EVAPORAÇÃO + PERCOLAÇÃO



FOTO 8 - TANQUE DE CLASSE "A".



FOTO 9 - CAIXA DA MEDIDA DE EVAPO-TRANSPIRAÇÃO.



FOTO 10 - CONJUNTO DE 4 CAIXAS (E, ET, EPer e ETPer)



FOTO 11 - COLHEITA DOS 10m² CENTRAIS DAS PARCELAS.



FOTO 12 - OPERAÇÃO DE TRILHA



FOTO 13 - ENGENHO DE PROVAS



FOTO 14 - GEOTERMÔMETRO E TERMÔMETRO.

dados de consumo foram reunidos por sub-períodos de desenvolvimento da planta.

Foi instalado também 1 tanque classe "A" no cinturão alagado que envolvia o experimento - possibilitando obter o consumo d'água (E_o) na zona do experimento conforme os requisitos técnicos do U.S.W.B. (Fotografia 8).

Do tanque foram obtidas medidas diárias realizadas às 9h e grupadas por período de desenvolvimento da planta.

b - Evapotranspiração (ET)

À semelhança das caixas de evaporação foram instaladas também 2 caixas para se obter a lâmina de água consumida pela evapotranspiração (ET) (Fotografia 9). Foi semeada 1 cultivar em cada caixa nos mesmos espaçamentos e densidades usados nas unidades experimentais. A irrigação começou juntamente com as demais parcelas do experimento. Irrigava-se sempre que houvesse a necessidade de repor a lâmina consumida, ou então, retirava-se o excesso da precipitação pluviométrica de tal modo que a altura da lâmina estivesse sempre entre 7 e 10 cm. Os dados do consumo foram grupados por sub-períodos de desenvolvimento da planta.

c - Percolação (Per)

Para se determinar este parâmetro do consumo foram instaladas 4 caixas com as mesmas dimensões das anteriores, com a diferença que estas eram todas abertas no fundo. Foram abertas no solo valas de 0,30 x 0,35 m nas mesmas dimensões dos perímetros das

caixas. As caixas tiveram suas paredes laterais revestidas com plástico e colocadas nas valas de modo que 0,25 m da sua altura ficasse acima da superfície do solo. As valas foram fechadas com a mesma terra retirada deixando o solo no mesmo nível dentro e fora das caixas. Das 4 caixas, em 2 foram semeadas as cultivares, da mesma forma que as caixas da evapotranspiração (ET) obtendo - se destas 2 o consumo de evapotranspiração + percolação. Das outras 2 caixas, sem serem semeadas, obteve-se os valores da evaporação + percolação. As medidas foram feitas da mesma forma que a descrita no item anterior - (Fotografia 10).

Para evitar os efeitos da carga hidrostática, foi mantida uma lâmina de água aproximadamente da mesma altura dentro e fora das caixas.

As 8 caixas descritas foram instaladas, como mostra a figura 2, junto às repetições II e III do experimento. Ao redor das caixas foram semeadas as cultivares Bluebelle e EEA-405 para evitar o efeito de oásis.

3.6. Outras Determinações

3.6.1. Rendimentos de grãos (peso)

A colheita foi realizada nos 10 m² centrais de cada parcela e a trilha feita com microtrilhadeira MASAL especial para trabalhos de ensaio (Fotografias 11 e 12). Após submetidos à limpeza, os grãos - foram pesados e determinada a sua umidade. Posteriormente, todas as determinações foram corrigidas para 13% de

umidade de acordo com a expressão:

$$\text{Umidade do grão a 13\%} = \frac{\text{Peso da amostra} \times 113}{100 + \text{umidade da amostra}}$$

3.6.2. Rendimentos de engenho

As amostras de grãos foram submetidas a uma secagem até atingir 12,7% de umidade e após determinado o rendimento de engenho com amostras de 100 gramas de grãos usando-se um engenho de provas marca KEPLER E WEBER (Fotografia 13).

3.6.3. Índice de área foliar (I.A.F.)

O I.A.F. foi determinado em amostras constituídas de todas as folhas obtidas em 1 metro linear, determinado ao acaso, na bordadura interna de cada parcela. Das folhas coletadas, foram medidas o comprimento e a maior largura. O somatório dos produtos destes 2 valores foram multiplicados pelos coeficientes 0,8481 e 0,8121, determinados respectivamente para as cultivares Bluebelle e EEA-405, afim de se obter a área foliar em 0,2 m² da parcela. Os valores obtidos foram transformados em área foliar por unidade de área, ou seja, o I.A.F. Os coeficientes 0,8481 e 0,8121 foram determinados utilizando-se todas as folhas de 50 plantas colhidas ao acaso nas bordaduras das 3 parcelas da segunda repetição para cada cultivar. De cada folha foram tomados o comprimento e a maior largura, e recortado seu contorno em papel vegetal com área e peso conhecidos. Com os dados das áreas do papel vegetal, de seus pesos e dos pesos do papel recortado correspondente aos

limbos das folhas, obteve-se as áreas foliares da amostra de 50 plantas. Os coeficientes foram obtidos dividindo-se as áreas foliares pelos somatórios dos produtos do comprimento pela largura de cada folha.

O número de folhas por metro quadrado foi obtido quando se determinou o I.A.F.

3.6.4. Número de afilhos/m²

O número total de afilhos e o número de afilhos férteis por m², foram determinados pela contagem direta em 5 m lineares de duas filas previamente sorteadas em cada unidade experimental.

3.6.5. Peso da matéria seca

Foram colhidos 50 cm de uma linha da bordadura interna de cada parcela, cortada rente ao chão, e após levada a estufa a 80°C até atingir peso constante. Do peso obtido (palha + grão) foi posteriormente separado o peso do grão.

3.6.6. Esterilidade do grão

Foi colhida uma amostra de 25 cm de uma linha da bordadura interna de todas as parcelas para se determinar a esterilidade de grãos. Foram contados os grãos de todas as panículas colhidas (chochos + cheios) e por uma relação simples obteve-se o percentual de esterilidade de grãos por panícula. Com a finalidade de possibilitar a análise estatística, os dados obtidos foram transformados em Graus Bliss.

3.6.7. Peso seco de ervas daninhas

Em uma área de 1 m² escolhida ao a caso em cada unidade experimental, foram colhidas todas as ervas daninhas. Após foram levadas a estufa a 80°C a té atingir peso constante. O resultado foi transformado em ton./ha.

3.7. Observações meteorológicas

Procurou-se levantar alguns dados meteorológicos que pudessem ter influências sobre o consumo de água.

3.7.1. Temperatura do solo

Foram instalados 3 geotermômetros a uma profundidade de 15 cm nas parcelas da cultivar Bluebelle da segunda repetição do experimento e foram realizadas leituras diárias nos horários das 9 e 15h. Os dados não foram analisados estatisticamente por não terem sido repetidos em todas as parcelas (Fotografia 14) Os dados assim obtidos foram reunidos em médias por subperíodo de desenvolvimento da planta, para serem comparados com as temperaturas obtidas dos geotermômetros - instalados na estação agrometeorológica da EEA em solo sem cobertura vegetal e sem irrigação.

3.7.2. Temperatura da água

A temperatura da água foi avaliada nas 2 parcelas da cultivar Bluebelle da segunda repetição que tinham os tratamentos de irrigação com água corrente e água estagnada com uma altura média de 7 e 12cm nos sub-períodos vegetativo e reprodutivo, respectivamente (Fotografia 14).

Nas parcelas de lâmina rasa não foram tomadas as temperaturas da água. À semelhança da temperatura do solo, foram feitas 2 leituras diárias e reunidas em médias por sub-período de desenvolvimento da planta.

3.7.3. Outros dados meteorológicos

Os parâmetros meteorológicos: temperatura do ar, precipitação pluviométrica, umidade relativa e radiação solar foram obtidos da estação agrometeorológica e também reunidos em médias por sub-períodos de desenvolvimento da planta.

3.8. Caracterização dos sub-períodos fenológicos da planta

Da sementeira à colheita se caracterizou os seguintes sub-períodos de desenvolvimento da planta:

- a - Desenvolvimento vegetativo, compreendido entre a emergência e a diferenciação do primórdio floral (D.P.F.);
- b - da diferenciação do primórdio à floração (quando 90% das panículas estão expostas);
- c - da floração ao amadurecimento (quando 2/3 da panícula estiver madura e 1/3 apresentar massa firme).

3.9. Preparo do solo

As práticas normais de lavração, discagem e aplainamento, deixaram o solo na sua declividade natural de 0,37%.

As parcelas foram separadas por taipas de 1,50 m de largura na base por 0,60 m de altura, construídas por duas passadas de uma entaipadeira de 2 discos de 29" x 1/4". Foram construídas taipas envolvendo cada repetição e formando um cinturão de 6 m de largura circundando todo o experimento (Figura 2).

3.10. Tratos culturais

O experimento foi semeado em 13 de novembro de 1976 dentro da época tecnicamente recomendável, KERSTING et alii (1976).

O quadro a seguir, mostra a quantidade de semente utilizada e outras características, PACOTES TECNOLÓGICOS PARA ARROZ (1974).

CULTIVARES	GERMINAÇÃO	PESO DE 1000 GRÃOS	Nº DE SEMENTES/m ²	QUANT p/ha.	QUANT apta/ha
BLUEBELLE	84%	23,5 g	560	131,6kg	110,54kg
EEA-405	84%	36,65g	400	146,6kg	123,14kg

A semeadura foi feita manualmente em linhas espaçadas de 20 cm, sendo que a quantidade a ser distribuída por linha foi previamente determinada e pesada de modo que todas as linhas tiveram a mesma quantidade de semente.

Duas amostras do solo retiradas da área do experimento e analisadas pelo laboratório de solos da EEA apresentaram os seguintes resultados e recomendações:

AMOSTRA Nº	RESULTADO DAS ANÁLISES				RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO			
	ph	p p.p.m	k p.p.m	M.O. %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N cobertura
1	5,2	27	42	1,6	10	40	60	40
2	5,5	19	35	1,3	10	40	60	40

A adubação básica foi aplicada na semana anterior à sementeira e incorporada com o auxílio de trator e grade; a adubação em cobertura foi aplicada quando se constatou o início da diferenciação do primórdio floral (D.P.F.). A cultivar Bluebelle diferenciou 7 dias antes da cultivar EEA-405 e por essa razão a aplicação da adubação de cobertura também se deu com 7 dias de diferença.

O controle do capim arroz (Echinochloa spp) foi feito com Propanil na dosagem de 10 l/ha aplicado em pós-emergência quando estava com 3 folhas - LOVATO (1975) e (1976). A limpeza foi completada manualmente.

A pouca incidência de lagarta da folha (Spodoptera frugiperda) foi controlada pela aplicação de Sumithion na dosagem de 1 l/ha.

Para o controle da bicheira-do-arroz (Oryzaephagus Oryzae) foi utilizado o Furadan 5G na dosagem de 15 kg/ha aplicado logo após o aparecimento das larvas, REGINATO (1973) e ISHIY (1974).

No controle da brusone foi usado o fungicida Kitazin na dosagem de 40 kg/ha em duas aplica

ções: uma no emborrachamento e outra 10 dias após, ISHIY & RIBEIRO (1976); BROD & TERRES (1974); e RIBEIRO (1976).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Consumo de água

Os resultados do consumo d'água a presentados nas tabelas 8 e 9, representam a síntese - dos apêndices de nº 1 a 4. As tabelas foram montadas - por tratamento em cada cultivar e por sub-período de desenvolvimento da planta. Foram calculados os consu - mos totais dos sub-períodos vegetativos, reprodutivos e de todo o período de irrigação da cultura (tabela 8). Na tabela 9 foram feitos os cálculos do consumo médio diário de água em mm, para os mesmos sub-períodos e tratamentos.

Com base nos sub-períodos de desenvolvimento da planta o ciclo completo ficou assim dividido no tempo, conforme a tabela 7.

Tabela 7. Sub-períodos e número de dias compreendidos entre diversas fases e/ou práticas culturais na cultura da Bluebelle e EEA-405

SUBPERÍODOS	Nº de DIAS ENTRE FASES	FASE E/OU PRÁTICA CULTURAL
13/11/76	--	início - semeadura
14/11/76-23/11/76	10	emergência
24/11/76-04/12/76	11	início de irrigação
05/12/76-16/12/76	12	primeiros 12 dias de irrigação
17/12/76-15/01/77	30	diferenciação do primórdio floral (D.P.F.)
16/01/77-14/02/77	30	floração
15/02/77-18/03/77	32	fim de irrigação
19/03/77-26/03/77	8	maturação e colheita
Total	133	

4.1.1. Água consumida e desperdiçada pelo tratamento de irrigação de 2 l/s/ha (Tratamento 1)

O Tratamento 1 apresentou dados de consumo de água mais elevados de acordo com as tabelas 8 e 9. A quantidade de água utilizada diariamente, mostrada na tabela 9, foi de 17,3 mm durante o período de irrigação. A razão do elevado gasto diário de água foi que o tratamento manteve o fluxo contínuo correspondente a 2 l/s/ha durante todo o período de irrigação. A lâmina foi mantida com uma altura de 7 cm nos sub-períodos vegetativos e 12 cm nos sub-períodos reprodutivos. Observações realizadas diariamente no campo, em horários em que a cultura mais necessitava de água, mostraram que sempre havia uma sobra de água em todas as unidades experimentais com este tratamento.

A forma como foi conduzido o experimento não permitiu determinar exatamente o aproveitamento de água para cada uma das 2 cultivares. Isto porque a sobra d'água nas parcelas foi retirada sem ser medida, ignorando-se a quantidade de água desperdiçada. Por esta razão a quantidade diária de água utilizada foi sempre a mesma para todo o período de irrigação (tabela 9). O tratamento 1 (2 l/s/ha) para um período de 104 dias de irrigação gastou 17.972 m³/ha ou seja, uma lâmina de 1.797 mm. A precipitação pluviométrica no mesmo período foi de 486,7 mm e não está incluída na lâmina de 1.797 mm.

PEREIRA NETO (1969) registrou um consumo de 2079 mm num período médio de 138 dias de irrigação. ANGLADETTE (1969) mostra os consumos em diver-

Tabela 8 - Total de água consumida na cultura da Bluebelle e EEA-405 por subperíodo de desenvolvimento e suas relações com os tratamentos de irrigação

Tratamentos de Irrigação	Cultivar	Á G U A C O N S U M I D A E M m ³ /ha						
		Até o 12º dia de irrigação	Do 12º dia até a D.P.F.	Total nos subperíodo vegetat.	Da D.P.F. à floração	Da floração à maturação	Total nos subperíodos reprodutivos	Total de todo o período
1- água corrente (21/s/ha) h=7 e 12 cm	Bluebelle	2074	5184	7258	5184	5530	10714	17972
	EEA-405	2074	5184	7258	5184	5530	10714	17972
	média	2074 a	5184 e	7258 a	5184 a	5530 a	10714 a	17972 a
2- lâmina estagnada com h=7 e 12cm	Bluebelle	923	3582	4505	2489	1515	4004	8510
	EEA-405	999	3693	4692	2513	1562	4075	8768
	média	961 b	3638 b	4598 b	2501 b	1538 b	4040 b	8639 b
3- lâmina rasa (encharcada)	Bluebelle	1036	2490	3526	1542	1508	3049	6576
	EEA-405	1024	2380	3404	1458	1555	3013	6418
	média	1030 b	2435 c	3465 c	1500 c	1532 b	3031 c	6497 c

NOTA: Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 1% pelo teste de Tukey.

Tabela 9 - Consumo médio diário de água por subperíodos de desenvolvimento da planta em mm.

	T R A T A M E N T O S					
	B L U E B E L L E			E E A - 4 0 5		
Subperíodos de consumo	1	2	3	1	2	3
Até 12º dia de irrigação	17,3	7,7	8,6	17,3	8,3	8,5
Do 12º dia até a D.P.F. (30 dias de irr.)	17,3	11,9	8,3	17,3	12,3	7,9
Médias diárias dos sub- per. vegetativos(42 dias irr.)	17,3	10,7	8,4	17,3	11,2	8,1
Da D.P.F. à floração (30 dias de irr)	17,3	8,3	5,1	17,3	8,4	4,9
Da floração ao final da irr.(32 dias de irr.)	17,3	4,7	4,7	17,3	4,9	4,9
Médias diárias dos sub- per.reprodutivos(62 dias irr.)	17,3	6,5	4,9	17,3	6,6	4,9
Médias diárias de todo o ciclo(104 dias de irr)	17,3	8,2	6,3	17,3	8,4	6,2

nos países asiáticos na tabela 1, onde se verifica um consumo que oscila entre 562 mm e 2347 mm. Esta variação é causada principalmente por valores diferentes de percolação devido às características físicas do solo. MORRISON (1953), para um tratamento semelhante ao tratamento 1 necessitou de 1.513 mm para um período de 115 dias. O IPEAS (1973), cita que para Pelotas-RS, a necessidade de água para os 110 dias de irrigação está em torno dos 1.100 mm. Parece evidente que o fluxo contínuo de 2 l/s/ha durante os 104 dias de irrigação foi demasiado alto para as condições de solo e clima em que foi realizado o experimento. No entanto, este mesmo fluxo contínuo pode ser insuficiente para atender a demanda em outros locais onde se modifica as condições edafo-climatológicas.

Com o tratamento de irrigação 1 (2 l/s/ha) foi obtido um rendimento médio para as 2 cultivares de 5.805 kg/ha.

4.1.2. Consumo de água pelo tratamento de irrigação com uma lâmina estagnada de 7 e 12 cm (tratamento 2)

A quantidade de água necessária - para elevar a lâmina de 7 cm de altura nos sub-períodos vegetativos para 12 cm nos sub-períodos reprodutivos foi incluída nos primeiros sub-períodos.

A tabela 8 mostra a quantidade média de água consumida nas parcelas com este tratamento por sub-períodos de desenvolvimento da planta. Pode-se observar que nos primeiros 12 dias de irrigação o consumo da Bluebelle foi de 923 m³/ha, correspondendo a 7,7 mm por dia, valor este bastante próximo ao consumo

da EEA-405 que foi de 999 m³/ha ou seja, uma média diária de 8,3 mm (tabelas 8 e 9). Nos 30 dias seguintes, houve um acréscimo no consumo diário. O consumo que era de aproximadamente 8 mm nos 12 primeiros dias de irrigação, passou a ser de 12 mm/dia para as 2 cultivares. Um pequeno acréscimo neste sentido era esperado devido ao aumento da área foliar das 2 cultivares. Porém outra parte deve ser atribuída à percolação, pois esta aumenta com a altura da lâmina d'água, e uma terceira parte deve ser atribuída ao acréscimo da lâmina d'água de 7 cm para 12 cm de altura.

A tabela 8 mostra que houve uma diferença no consumo d'água entre as 2 cultivares nos sub-períodos vegetativos, ou seja, um consumo de 4.505 m³/ha para a cultivar Bluebelle e 4.692 m³/ha para a cultivar EEA-405, com uma diferença pró EEA-405 de 187 m³/ha. Esta diferença, embora pequena, já era esperada em face das diferenças nas características de porte e índice de área foliar das 2 cultivares.

Os sub-períodos reprodutivos foram considerados a partir da constatação da diferenciação do primórdio floral (D.P.F.), até a maturação.

A cultivar Bluebelle diferenciou 7 dias antes da cultivar EEA-405; por essa razão foi considerado um sub-período médio para as 2 cultivares a fim de facilitar o cálculo do consumo d'água, que se tornaria mais difícil se fosse levado em conta sub-períodos diferentes. O mesmo procedimento foi observado com relação a floração e maturação, pois a cultivar EEA 405 tem um ciclo de 125 dias ao passo que a Bluebelle tem um ciclo de 120 dias.

Os sub-períodos reprodutivos correspondendo a 62 dias de irrigação, compreenderam a D. P.F. até a floração com 30 dias de irrigação, e da floração até o fim da irrigação com mais 32 dias. O fim da irrigação se deu 8 dias antes da maturação fisiológica e a água foi retirada das parcelas somente 5 dias antes da colheita.

A tabela 9 mostra que o consumo diário para as 2 cultivares no sub-período compreendido entre a D.P.F. e a floração foi praticamente o mesmo. No entanto verifica-se que o consumo diário de todos os sub-períodos vegetativos situa-se entre 10,7 e 11,2 mm por dia para Bluebelle e EEA-405, respectivamente e que este consumo baixou para 8,3 e 8,4 mm/dia no sub-período subsequente. Pode-se dizer que a diferença entre o consumo da Bluebelle e da EEA-405 nesta fase é insignificante.

O sub-período final do desenvolvimento, compreendido entre a floração e a maturação, apresentou um consumo de 1.515 m³/ha para a cultivar Bluebelle e 1.562 m³/ha para a EEA-405 com uma diferença de 47 m³/ha pró EEA-405. O maior consumo d'água apresentado pela cultivar EEA-405 nos sub-períodos reprodutivos é justificado pela presença do maior índice da área foliar, apesar da diferença ser muito pequena. Entretanto pela maneira como foi conduzido o experimento a campo, não é possível detectar com precisão diferenças tão pequenas de consumo d'água.

O tratamento de água estagnada durante os 104 dias de irrigação, consumiu em média nas parcelas da Bluebelle 8.510 m³/ha ou seja uma lâmina -

de 851 mm e para a EEA-405 8.768 m³/ha ou uma lâmina de 877 mm (tabela 8).

Fazendo um paralelo entre a quantidade de água consumida e desperdiçada no tratamento 1, (2 l/s/ha), e o consumo do tratamento de irrigação 2 verifica-se que enquanto no tratamento 1 foi gasto na irrigação uma lâmina de 1.797 mm, no tratamento 2 foi consumido apenas 851 mm para a Bluebelle e 877 mm para a EEA-405. O consumo de água do tratamento 2 foi 52% menos que o do tratamento 1; contudo os rendimentos foram semelhantes ou seja, 5.805 kg/ha para o tratamento 1 e 5.604 kg/ha para o tratamento 2. Portanto, para uma diferença não significativa de 201 kg/ha houve uma economia de água no tratamento de irrigação 2 de 52%.

4.1.3. Consumo de água pelo tratamento de irrigação com uma lâmina rasa (Tratamento 3).

Na tabela 8 encontra-se os valores médios do consumo d'água nas parcelas deste tratamento por sub-período de desenvolvimento da planta.

As tabelas 8 e 9, mostram que o consumo de água nos 12 primeiros dias de irrigação foi de 1.036 m³/ha para a Bluebelle e 1.024 m³/ha para a EEA-405 correspondendo ao consumo diário de 8,6 a 8,5mm respectivamente. O consumo total nos sub-períodos vegetativos foi de 3.526 m³/ha para a Bluebelle e 3.404m³/ha para a EEA-405 correspondendo a um consumo médio diário de 8,4 e 8,1 mm, respectivamente para as 2 cultivares.

Comparando-se os consumos dos sub-períodos vegetativos deste tratamento com os consumos dos 2 tratamentos anteriores (tratamento 1 e 2) nos mes

mos sub-períodos, pode-se verificar que o tratamento de lâmina rasa consumiu em relação ao tratamento 2, 22% a menos na cultivar Bluebelle e 27% a menos na cultivar EEA-405. Por sua vez, este tratamento em relação ao tratamento 1 (2 l/s/ha), consumiu 51% a menos na cultivar Bluebelle e cerca de 53% a menos na cultivar EEA-405. Os sub-períodos reprodutivos tiveram consumos semelhantes para as 2 cultivares como mostra a tabela 8 ou seja : 3.049 m³/ha para a cultivar Bluebelle e 3.013 m³/ha para a EEA-405, para o período de 62 dias de irrigação com um consumo médio diário de 4,9 mm (tabela 9). Outra comparação se torna necessária entre o consumo médio diário do tratamento 2 dos sub-períodos reprodutivos que esteve entre 6,5 e 6,6 mm para as 2 cultivares e o consumo médio diário deste tratamento 3 que foi de apenas 4,9 mm no mesmo período reprodutivo. Um dos fatores que pode ter influenciado no maior consumo no tratamento 2 é a altura da lâmina d'água que deverá ter ocasionado um aumento na percolação profunda.

Os totais dos consumos para todo o período de irrigação foram de 6.576 m³/ha para a Bluebelle e 6.418 m³/ha para a EEA-405. Estes consumos totais, comparados com os consumos totais dos tratamentos 1 e 2 permitem dizer que a cultivar Bluebelle no tratamento 3 consumiu 23% a menos em relação ao tratamento 2 e 63% a menos em relação ao tratamento 1. O mesmo acontece com a cultivar EEA-405 que consumiu 27% a menos em relação ao tratamento 2 e, 64% a menos em relação ao tratamento 1. A tabela 9, apresenta o consumo médio diário para o tratamento 3 de 6,3 e 6,2 mm, respectivamente para as cultivares Bluebelle e EEA-405, durante os

104 dias de irrigação. Entretanto, estes valores sobem para uma média diária de 8,2 e 8,4 mm no tratamento de irrigação 2 e para 17,3 mm diários no tratamento 1. Apesar das diferenças nas quantidades de água utilizada nos 3 tratamentos, os rendimentos médios foram de 5.805 kg/ha para o tratamento 1, 5.604 kg/ha para o tratamento 2 e 5.273 kg/ha para o tratamento 3 de lâmina rasa. Os 532 kg/ha que o tratamento 3 de lâmina rasa produziu a menos que o tratamento 1 (2 l/s/ha) foram altamente compensados pela economia de 11.475 m³/ha de água de irrigação. Ainda o tratamento 3 produziu 331 kg/ha a menos que o tratamento 2 no entanto economizou 2.142 m³/ha representando 25% a menos do total gasto pelo tratamento 2. Esta conclusão vem a mostrar que a altura da lâmina d'água não influi nos rendimentos mas influi no consumo d'água.

4.1.4. Análise estatística do consumo d'água

A tabela 8 mostra os resultados da aplicação do teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, para detectar diferenças realmente significativas entre médias do consumo d'água dos 3 tratamentos de irrigação.

Excluindo-se as médias dos 12 primeiros dias de irrigação, para os tratamentos 2 e 3, os restantes apresentam diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de Tukey (tabela 8).

4.2. Componentes do consumo: evaporação, evapotranspiração e percolação.

Após a apresentação dos resultados do consumo de água por tratamento de irrigação, é importante a estimativa dos componentes do consumo, isto é ; do total consumido qual a quantidade devida à evapotranspiração e qual a quantidade devida à percolação.

Embora os valores dos consumos de água obtidos nas caixas de madeira forradas com plástico não tenham sido repetidos de modo a permitir uma análise estatística, eles permitem fazer algumas considerações de real valia. Os resultados obtidos estão apresentados no apêndice 5. As lacunas constantes naquele apêndice, são devidas à dados não confiáveis que não foram incluídos. Além dos valores da evaporação (E), da evapotranspiração (ET), da evaporação + percolação (EPer) e da evapotranspiração + percolação (ETPer), foram incluídos os valores da evaporação (Eo) do tanque classe "A", e as relações ET/E e ET/Eo. Estes valores foram obtidos por sub-período de desenvolvimento da planta, descritos anteriormente no item 4.1., com a única diferença que na fase reprodutiva, no período entre a floração e a maturação, o número de dias é de 40, visto que a irrigação continuou nas caixas até a maturação e colheita sendo os valores do consumo registrados até esta data.

Manteve-se sempre uma lâmina d'água de 7 a 10 cm de altura, o que possibilita a comparação dos dados obtidos nas caixas com os relativos ao tratamento 2 anteriormente apresentados e discutidos.

Embora fossem obtidos valores dos componentes para cada cultivar, julgou-se melhor trabalhar com as médias dos consumos como são apresentados -

na tabela 10, que é uma síntese do apêndice 5.

O valor dos 3 componentes do consumo (ETPer), nos 12 primeiros dias de irrigação, foi muito elevado (238,1 mm) em relação aos 30 dias seguintes como mostra a tabela 10. No entanto, 62,2% deste valor foi causado pela percolação (Per) e 37,8% pela evapotranspiração. No período seguinte, de 30 dias, quando terminam os sub-períodos vegetativos, nota-se que do total consumido de 257,4 mm, 81,3% foram devidos a evapotranspiração e apenas 18,7% devidos a percolação. Observando-se a participação da evapotranspiração, tanto nos sub-períodos vegetativos como nos reprodutivos, pode-se notar que os percentuais de sua participação vão aumentando até atingir o valor máximo no sub-período correspondente entre a D.P.F. e a floração decrescendo no último sub-período. Nos 112 dias de irrigação o total dos 3 componentes do consumo foi de 1.192,6 mm dos quais, 29,8% coube à percolação e os restantes 70,2% à evapotranspiração. Com base nestes dados, pode-se estimar que no tratamento 2, dos 864 mm d'água consumidos, provavelmente 70% foram gastos na evapotranspiração e 30% na percolação. O mesmo aconteceu no tratamento 3 onde a participação da percolação seria provavelmente menor.

Os dados da tabela 10 foram transformados em consumo diário na tabela 11 e representados na figura 4. Verifica-se que o consumo pela evaporação, medido na caixa de evaporação se manteve entre 6,5 e 6,8 mm por dia até a floração e na fase entre a floração e maturação o consumo caiu para 4,5 mm diários. Os valo -

Tabela 10 - Valores médios dos componentes do consumo de água das 2 cultivares e seus percentuais por subperíodo de desenvolvimento da planta.

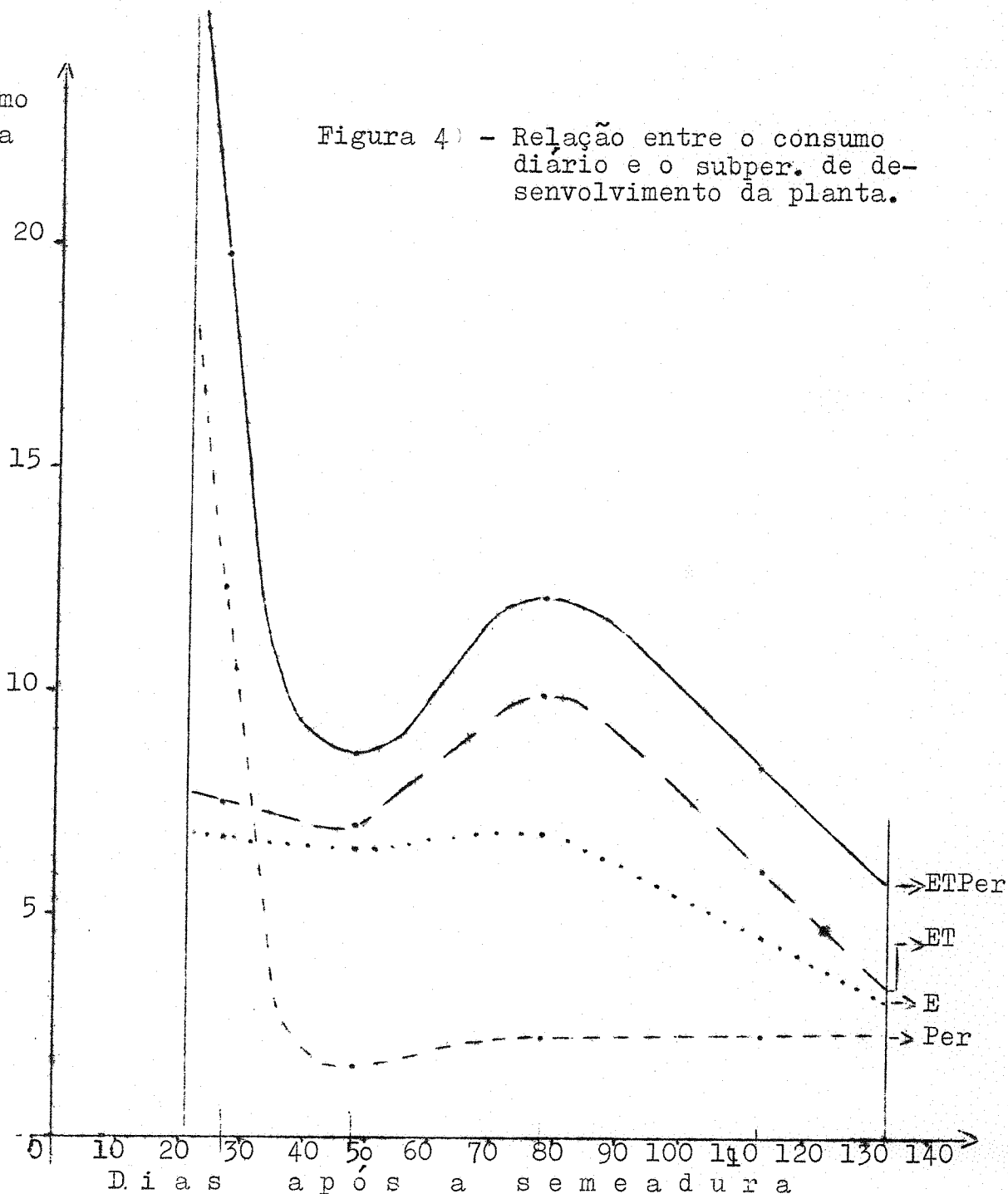
Subperíodos de consumo	nº de dias entre fases	COMPONENTES DO CONSUMO				E SEU PERCENTUAL		
		E (mm)	ET (mm)	Per. (mm)	E+T+Per. (mm)	E %	ET %	Per. %
Nos 12 primeiros dias de irrigação	12	80,0	89,9	148,2	238,1	33,6	37,8	62,2
Do 12º dia até a D.P.F.	30	194,9	209,2	48,2	257,4	75,7	81,3	18,7
Totais dos subperíodos vegetativos	42	274,9	299,0	196,5	495,5	55,5	60,3	39,6
Da D.P.F. até a floração	30	205,2	298,4	65,2	363,6	56,5	82,1	17,9
Da floração até a maturação	40	180,0	238,3	94,2	333,5	54,0	71,8	28,2
Totais dos subperíodos reprodutivos	70	385,3	537,7	159,4	697,1	55,2	77,1	22,9
TOTAIS DE TODOS OS SUBPERÍODOS	112	660,2	836,7	355,9	1192,6	55,4	70,2	29,8

Tabela 11 - Valores diários dos componentes do consumo de água por subperíodos de desenvolvimento da planta.

Subperíodos de consumo	COMPONENTES DO CONSUMO			
	E mm/dia	ET mm/dia	Per. mm/dia	E+T+Per. mm/dia
Nos 12 primeiros dias de irrigação	6,7	7,5	12,3	19,8
Do 12º dia até a D.P.F.	6,5	7,0	1,6	8,6
Totais dos subperíodos vegetativos	6,5	7,1	4,7	11,8
Da D.P.F. até a floração	6,8	9,9	2,2	12,1
Da floração até a maturação	4,5	6,0	2,3	8,3
Totais dos subperíodos reprodutivos	5,5	7,7	2,3	10,0
Totais de todos os subperíodos	5,9	7,5	3,2	10,7

Consumo
mm/Dia

Figura 4) - Relação entre o consumo diário e o subper. de desenvolvimento da planta.



Nº de dias
após a
semeadura

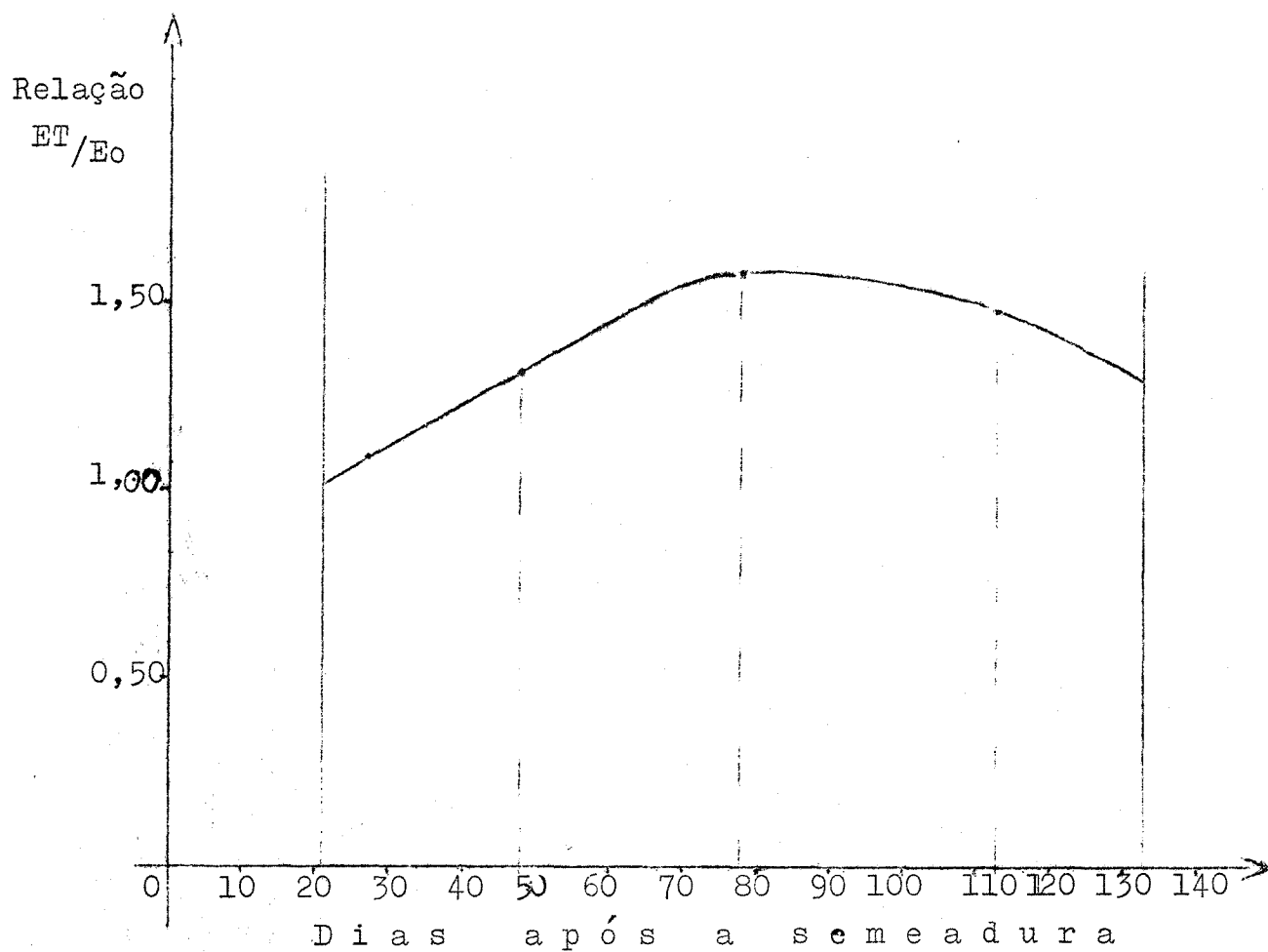
Dia Subperíodo e/ou prática cultural
médio

0	-	Semeadura
10	-	Emergência
21	-	Início da irrigação
33	27	Consumo até o 12º dia de irrigação
63	48	Consumo do 12º dia até a D.P.F.
93	78	Consumo da D.P.F. até a floração
133	113	Consumo da floração até a maturação

res altos de percolação (12,3 mm/dia), nos 12 primeiros dias de irrigação foram causados pela grande quantidade de água que foi necessária para encharcar e elevar o nível freático do solo até a altura da lâmina de água. Posteriormente houve a estabilização na percolação num consumo de 2,2 a 2,3 mm/dia. A figura 4 mostra ainda o comportamento da evapotranspiração (ET) que nos subperíodos vegetativos estava com um consumo de 7,0 a 7,5 mm diários e passou para 9,9 mm no subperíodo compreendido entre a D.P.F. e a floração, diminuindo para 6,0 mm no subperíodo final da cultura. Considerando a evapotranspiração (ET figura 4) pode-se dizer que a transpiração vai aumentando até atingir um máximo no estágio próximo à floração e que nesta época provavelmente a evaporação no meio da cultura atinja os valores mais baixos. Por esta razão, a curva da evaporação seria bastante diferente da apresentada na figura 4 se os dados de evaporação fossem obtidos no meio da cultura.

A figura 5 mostra os valores da relação ET/E_o , isto é, o quociente obtido da divisão da evapotranspiração pela evaporação do tanque classe "A" nos diversos subperíodos de desenvolvimento da planta. Como pode ser observado, o valor mais alto da relação ET/E_o foi obtido no subperíodo compreendido entre a D.P.F. e a floração. No entanto, a curva mostra que no início da irrigação a relação foi igual a 1,09 demonstrando que a evaporação e a evapotranspiração foram praticamente iguais neste subperíodo. Após atingir o valor máximo igual a 1,58 no subperíodo entre a D.P.F. e a floração, a relação ET/E_o volta a baixar donde se presume

Figura 5 - Relação entre ET/Eo e os Subper. de desenvolvimento da planta.



Nº de dias após a sementeira	Dia médio	Subperíodos e/cu prática cultural
0	-	Sementeira
10	-	Emergência
21	-	Início da irrigação
33	27	Consumo até o 12º dia de irrigação
63	48	Consumo do 12º dia até a D.P.F.
93	78	Consumo da D.P.F. até a Floração
133	113	Consumo da Floração até a maturação

que no final do ciclo da cultura volte a ser igual a 1. O ANNUAL REPORT (1968) do IRRI, publica os valores da relação ET/Eo de 1,29 para o ano de 1966, durante a estação das chuvas de 1,55 para o ano de 1967 na estação seca e de 1,56 para o ano de 1968 durante a estação seca. Por outro lado, DE DATTA et alii (1973) demonstraram que em 1968, durante a estação das chuvas o valor da relação ET/Eo foi de 1,6. Estes valores são muito próximos aos registrados na figura 5 que assegura a confiança neles depositada.

4.3. Determinações dos principais elementos com influência na cultura e nos tratamentos de irrigação.

Os elementos que mereceram a atenção e foram analisados estatisticamente são: número de afilhos por m², número de afilhos estéreis por m², número de folhas por m², índice de área foliar (I.A.F.), peso da matéria seca em ton/ha, relação grão/palha, esterilidade de grãos, peso de inço seco em ton/ha, rendimentos de grãos em kg/ha e rendimentos de engenho em percentagem de grãos inteiros.

A tabela 12 apresenta a média destes elementos por tratamento de irrigação acompanhados dos resultados das análises estatísticas. O teste aplicado para detectar as diferenças significativas entre médias foi o de Tukey ao nível de 1%. As variáveis analisadas não apresentaram diferenças significativas. Todavia, pode-se tecer algumas considerações apesar da análise estatística não ter acusado nenhuma diferença significativa.

Tabela 12 - Médias dos elementos principais com influência na cultura da BLUEBELLE e EEA-405 e suas relações com os tratamentos de irrigação

Tratamento de irrigação	Cultivares	Nº de afilhos por m ²	Nº de afilhos estéreis por m ²	Nº de folhas por m ²	Índice de área foliar	Peso da matéria seca Ton/ha	Peso da palha seca Ton/ha	Relação grão/palha	Este-reli-dade grãos G. BLISS	Peso incho seco Ton/ha	Rendi-mento de grãos kg/ha	Rendi-mento de enge-nho % grãos inteiros
1-água cor-rente (2l/s/ha) com h=7 e 12cm	BLUEBELLE	362,6	29,4	2059	4,15	13,76	7,10	0,94	20,1	0,160	5888	60,3
	EEA-405	285,4	27,6	1935	4,64	12,39	6,28	0,98	30,2	0,089	5722	54,8
	Média	324,0a	28,5a	1997a	4,40a	13,08a	6,69a	0,96a	25,2a	0,124a	5805a	57,6a
2-lâmina es-tagnada com h=7 e 12cm	BLUEBELLE	368,9	44,9	2071	4,54	12,18	5,99	1,04	22,0	0,114	5456	60,0
	EEA-405	287,9	30,0	1889	4,92	12,40	6,49	0,93	31,4	0,110	5751	55,3
	média	328,4a	37,4a	1980a	4,73a	12,29a	6,24a	0,98a	26,7a	0,112a	5604a	57,6a
3-lâmina rasa (encharca-das)	BLUEBELLE	423,5	56,1	2482	4,84	13,54	7,20	0,88	25,0	0,846	5448	60,4
	EEA-405	320,0	44,1	1971	4,98	13,80	7,75	0,78	32,0	0,581	5096	58,2
	média	371,8a	50,1a	2226a	4,91a	13,67a	7,48a	0,83a	28,5a	0,714a	5272a	59,3a

NOTA: médias na coluna seguida de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 1% pelo teste de Tukey.

O número de afilhos, o número de afilhos estéreis e o número de folhas por m² são bem maiores no tratamento de irrigação 3 (lâmina rasa) em comparação com os tratamentos 1 e 2 de lâminas de 7 e 12 cm de altura d'água (tabela 12). O interessante é que a cultivar Bluebelle apresentou sempre um maior número de folhas por m² que a cultivar EEA-405 nos 3 tratamentos de irrigação apesar do índice de área foliar (I.A.F.) da EEA-405 ter sido sempre maior que o I.A.F. da Bluebelle.

O peso da matéria seca (palha + grãos) foi praticamente equivalente para as 2 cultivares nos 3 tratamentos de irrigação.

A relação grão/palha da Bluebelle nos 3 tratamentos foi de 0,953 mais elevada que a relação média da cultivar EEA-405 que foi de 0,897. No entanto, isto não influenciou nos rendimentos.

A esterilidade de grãos foi mais elevada na cultivar EEA-405 nos 3 tratamentos de irrigação. Todavia, os rendimentos médios nos 3 tratamentos foram 5.597 kg/ha para a Bluebelle e 5.523 kg/ha para a EEA-405 com uma diferença pró Bluebelle de 74 kg/ha.

Embora o teste de Tukey não tenha acusado diferenças significativas entre as médias do peso do inço seco por tratamento de irrigação, deve-se salientar que o tratamento de irrigação 3 (lâmina rasa) permite o nascimento e desenvolvimento de ervas daninhas após o controle feito por aplicação de herbicidas de pós emergência na época tecnicamente re

comendável. A razão disto é que a lâmina rasa não impede o nascimento e o desenvolvimento da planta parcialmente controlada pelo herbicida de pós-emergência. A quantidade de inço encontrada nos tratamentos de lâmina rasa foi pequena e não influenciou nos rendimentos de grãos.

O rendimento de grãos foi determinado com base na colheita dos 10 m² centrais de cada parcela e o peso de grãos corrigido para 13% de umidade. Na parcela do tratamento 1 da primeira repetição, não foi possível colher os 10 m² devido aos danos causados por roedores que praticamente danificaram toda a parcela. Por esta razão, utilizou-se o método descrito por MARKUS (1973) e PIMENTEL GOMES (1976) para estimar a parcela perdida. Após estimado o valor da parcela, procedeu-se a análise estatística e a aplicação do teste de Tukey que ao nível de 1% de probabilidade mostrou não haver diferenças significativas entre as médias dos rendimentos de grãos nos 3 tratamentos.

O rendimento de engenho a semente e outras características, não acusou diferenças significativas entre tratamentos e nem entre cultivares ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A finalidade da tabela 13 é mostrar as eficiências do uso d'água nos 3 tratamentos de irrigação. Os valores de 0,3 g/l (relação que mostra a necessidade de 1 litro de água para produzir 0,3 g de grãos a 13% de umidade) no tratamento de água corrente podem ser considerados baixos se comparados com as efi

Tabela 13 - Efeito dos tratamentos de irrigação no rendimento de grãos e na eficiência do uso d'água

Tratamentos de irrigação	CULTIVARES	Rendimentos de grãos em kg/ha.	Água Aplicada 104 dias irr. (mm)	Eficiência do uso d'água (g/l)
1 - Água Corrente (21/s/ha) com $\bar{h}=7$ e 12 cm	Bluebelle	5888	1797	0,33
	EEA-405	5722	1797	0,32
2 - lâmina estagnada com $\bar{h}=7$ e 12 cm	Bluebelle	5456	851	0,64
	EEA-405	5751	877	0,66
3 - lâmina rasa (encharcados)	Bluebelle	5448	658	0,83
	EEA-405	5096	642	0,79

ciências obtidas por DE DATTA & WILLIAMS (1968), apesar dos tratamentos não serem semelhantes e da cultivar utilizada ser a IR8, que possui uma capacidade genética de produção superior a das cultivares Bluebelle e EEA-405. Já os tratamentos 2 e 3 apresentam as eficiências situadas entre 0,64 g/l e 0,83 g/l superiores as eficiências do tratamento 1. As eficiências dos tratamentos 2 e 3 são comparáveis com aquelas obtidas por DE DATTA & WILLIAMS (1968), quando estudaram o manejo d'água com uma inundação contínua de uma lâmina de 15 cm de água. Os valores por eles obtidos estão entre 0,63 g/l a 0,69 g/l. No entanto, o controle das perdas laterais foi mais perfeito pois as parcelas eram isoladas com tanques de metal sem fundo. De qualquer maneira, os valores da eficiência no uso da água serão sempre uma função das características físicas do solo, das condições climáticas e das características genéticas das cultivares.

4.4. Relações entre as temperaturas do solo, temperaturas da água e alguns parâmetros meteorológicos com o consumo d'água.

O apêndice 6 apresenta os dados de temperaturas (solo, ar e água), radiação solar, precipitação pluviométrica e umidade relativa por subperíodo de desenvolvimento da planta.

A figura 6 mostra o comportamento das temperaturas do solo e da água às 9 h nos 3 tratamentos, comparados com a temperatura do solo do coberto sem irrigação, radiação solar e precipitação

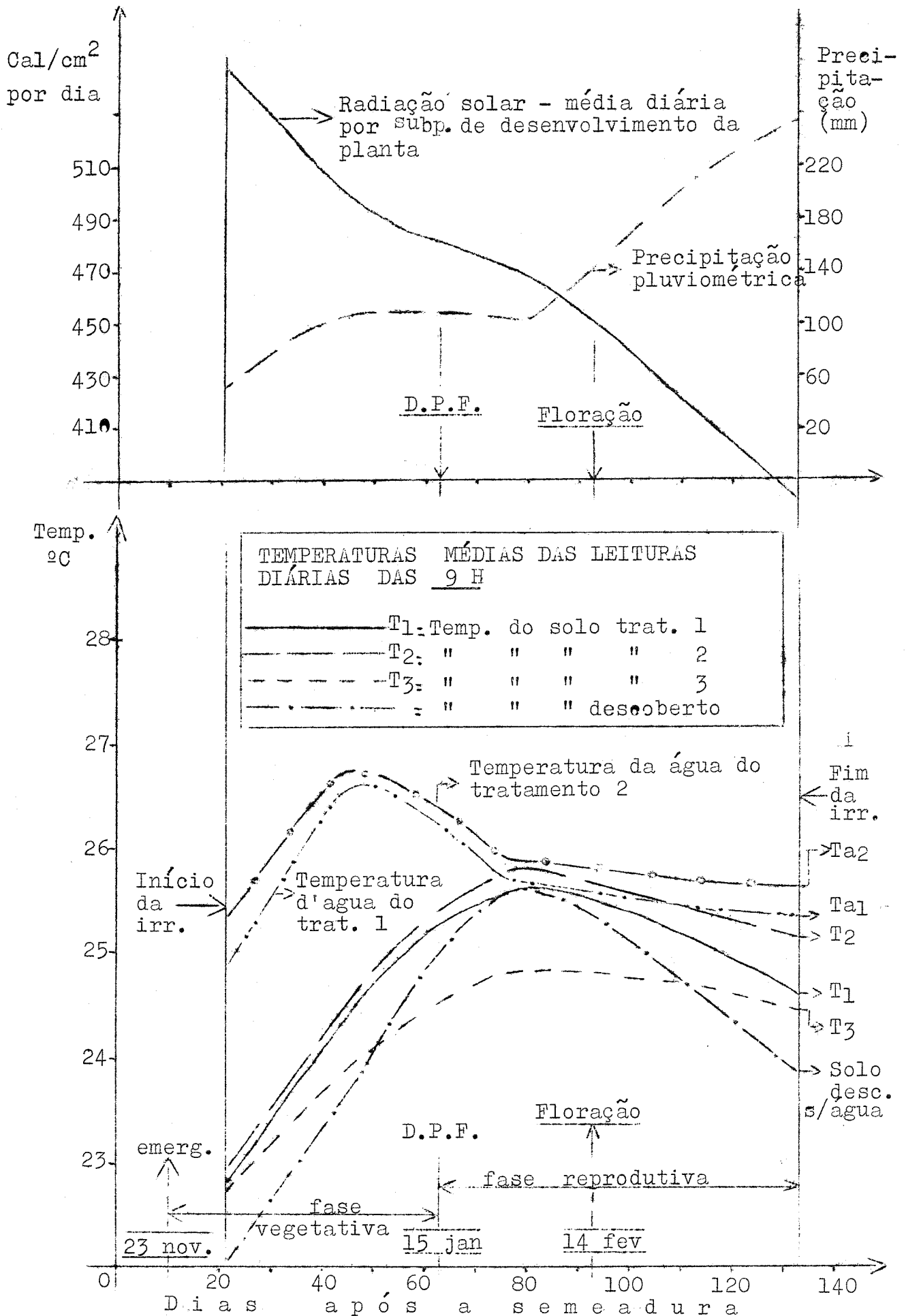


Figura 16 - Radiação solar, precipitação, temperaturas médias do solo e da lâmina d'água por subp. de desenvolvimento da planta (9 H).

pluviométrica. Nota-se que as temperaturas das lâminas d'água estiveram praticamente acima das temperaturas do solo nos 3 tratamentos durante todo o período de irrigação. Entre as temperaturas das lâminas de água a mais elevada foi da lâmina estagnada do tratamento 2. Entre as temperaturas dos solos a mais baixa foi a do tratamento 3 (lâmina rasa). Com os valores um pouco superiores aparece a curva que representa as temperaturas do solo do tratamento 1 (água corrente, 2 l/s/ha). O tratamento 2 com água estagnada, apresentou as mais elevadas temperaturas do solo durante todo o período de irrigação.

A curva correspondente as temperaturas do solo descoberto sem irrigação apresenta os valores mais elevados nos 78 dias após a semadura, com temperaturas inclusive mais altas que o solo de lâmina rasa (tratamento 3). Nesta época a radiação solar baixou bastante em relação aos primeiros subperíodos do desenvolvimento da planta e, com o solo descoberto sem irrigação absorve a energia calorífica mais rapidamente que a água, faz com que suas temperaturas já sejam mais elevadas no horário das 9 h, que as temperaturas do solo encharcado (tratamento 3). A diminuição da radiação solar nas fases finais do desenvolvimento da planta provocou um abaixamento nas temperaturas dos solos (irrigados ou não) e da água no horário das 9h (figura 6).

Na figura 7, pode-se notar as diferenças nas temperaturas principalmente da lâmina de água, que nos subperíodos vegetativos tinha uma média

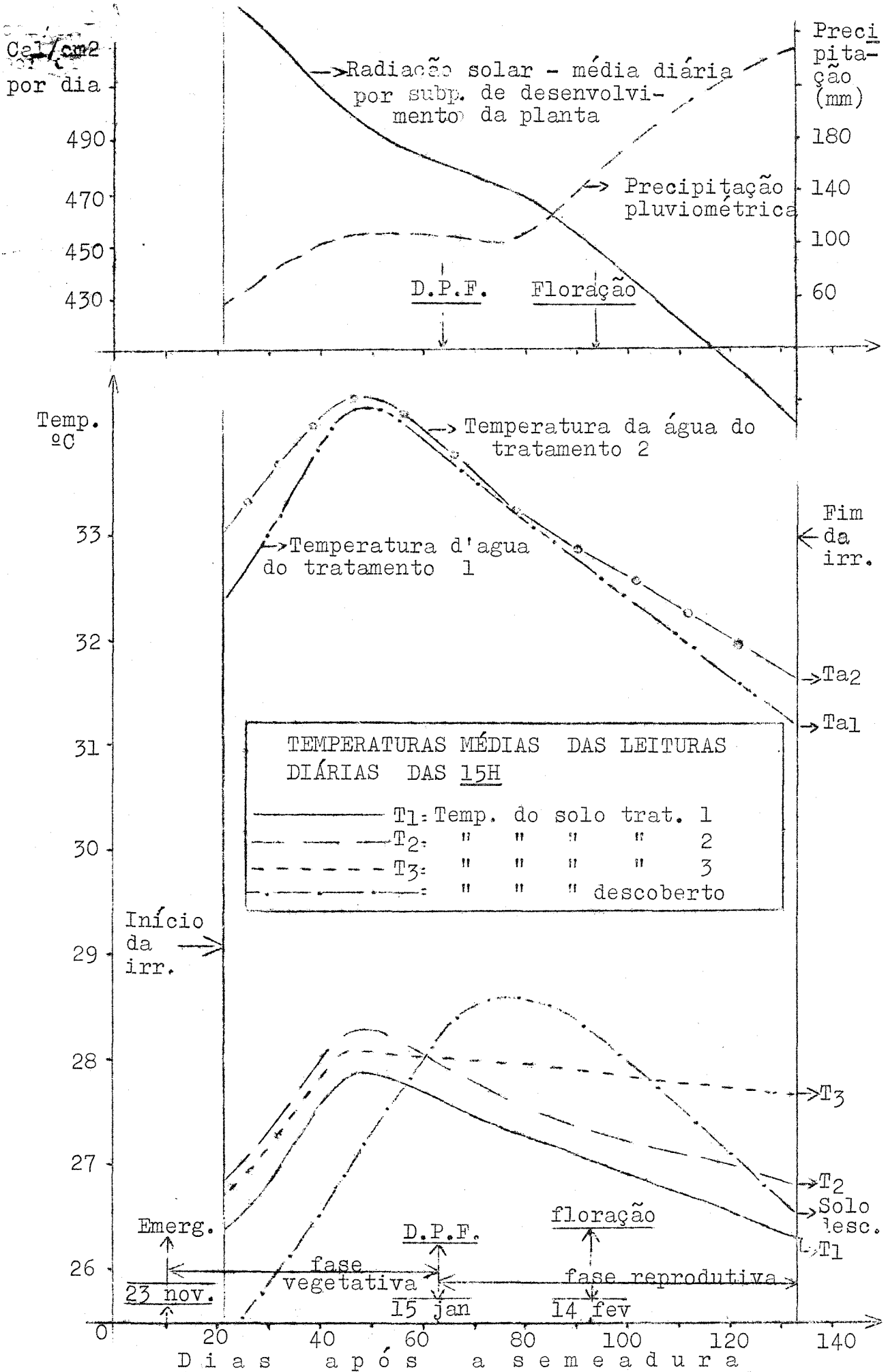


Figura 7 - Radiação solar, precipitação, temperaturas médias do solo e da lâmina d'água por subp. de desenvolvimento da planta (15 H).

de 26,3°C as 9h, passando para uma temperatura média de 34,3°C as 15h, mostrando a grande oscilação nas temperaturas d'água durante o dia.

A curva que representa os dados de temperaturas do solo, a 15 cm de profundidade, do tratamento 3 (figura 7) mostra um comportamento um pouco diferente das curvas que representam as temperaturas do solo dos tratamentos 1 e 2, principalmente a partir dos 78 dias da sementeira. As temperaturas do solo do tratamento 3 (lâmina rasa) mais elevadas na fase final da cultura (floração e maturação), são causadas pelo aquecimento mais rápido dos solos encharcados que os solos que possuem uma lâmina d'água na superfície. A razão do fato é que a radiação solar no final do ciclo é menor do que nas fases anteriores e a água demorando mais para se aquecer do que o solo, mantém a temperatura do mesmo mais baixa que as temperaturas dos solos encharcados (figura 7).

As temperaturas do solo do tratamento 2 (lâmina estagnada) são superiores as temperaturas do solo no tratamento 1 (água corrente 2 l/s/ha) durante todo o período de irrigação pois a água parada retém mais a energia calorífica que a água corrente (figura 7).

A curva que representa as temperaturas do solo descoberto sem irrigação (figura 7) com pouca umidade possui um comportamento semelhante à curva do tratamento 3 (lâmina rasa). As justificativas das elevadas temperaturas nos solos sem irrigação nas fases finais da cultura se prendem ao fato de que o solo possui um calor específico menor que a água e como conse -

quência se aquece mais rapidamente. A medida que aumentar o teor de água no solo tanto mais retardará o seu aquecimento (neste período em que a radiação solar vai diminuindo) em relação ao solo sem irrigação. No entanto o mesmo raciocínio não é válido para analisar os dados das temperaturas desta mesma curva nos subperíodos iniciais da cultura, quando a radiação solar é maior, e as temperaturas do solo descoberto são inferiores às temperaturas dos solos com as lâminas de água (figura 13).

A radiação solar, como mostra a figura 7 foi mais elevada nas fases iniciais da cultura e com isso a água absorveu, embora lentamente, muita energia calorífica e manteve as temperaturas dos solos elevadas mesmo durante a noite. O mesmo já não acontece com a temperatura dos solos descobertos e sem irrigação que durante a noite a temperatura baixa violentamente. Logicamente no dia seguinte o solo descoberto volta a se aquecer, mas sua temperatura a 15 cm de profundidade não atinge os mesmos valores das temperaturas dos solos irrigados com uma lâmina d'água. Isto porque a água nos solos irrigados (quando a radiação solar é intensa como nos subperíodos iniciais da cultura) mantém as temperaturas dos solos irrigados, mesmo durante a noite, acima das temperaturas do solo descoberto sem irrigação.

Ao se comparar os dados das temperaturas do solo da figura 6 com os dados de consumo da figura 4, pode-se verificar que nos 78 dias após a semeadura (floração) ocorreu o maior consumo (excluindo

os 12 primeiros dias de irrigação) e as maiores temperaturas do solo no horário das 9 h.

A água armazena uma quantidade maior de energia calorífica que o solo e a retém por mais tempo. Consequentemente, a liberação deste calor será utilizada principalmente na evaporação da água na razão de 600 calorias por grama d'água evaporada. Isto quer dizer que quanto maior a massa d'água (altura da lâmina) maior será a quantidade de energia calorífica por ela absorvida e como consequência maior será a perda por evaporação. Desta forma fica justificado porque nas lâminas rasas a evaporação é menor que nas lâminas profundas.

Duas das razões da diminuição do consumo d'água nas fases finais da cultura, foram a elevada precipitação pluviométrica e a alta umidade relativa em relação as fases iniciais da cultura embora, a temperatura média diária do ar tenha aumentado um pouco em relação aos primeiros subperíodos da cultura (apêndice 6).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Dentro das condições em que foi executado o experimento e de acordo com os dados apresentados e discutidos, chega-se às seguintes conclusões e recomendações:

- 1 - O gasto d'água do tratamento 1 (2 l/s/ha) nos 104 dias de irrigação, foi excessivo em todos os subperíodos do desenvolvimento da planta. Do total gasto de 1.792 mm houve um desperdício em relação ao tratamento 2 de 928 mm. O tratamento 1 apresentou um rendimento médio de 5.805 kg/ha.
- 2 - O consumo d'água apresentado pelo tratamento 2 foi de 864 mm em média para as 2 cultivares nos 104 dias de irrigação. Este tratamento, com rendimentos semelhantes aos demais, economizou 52% da água gasta no tratamento 1 (2 l/s/ha) e teve um rendimento médio de 5.604 kg/ha.
- 3 - O consumo d'água no tratamento 3 foi de 648 mm em média para as 2 cultivares nos 104 dias de irrigação. Neste tratamento houve um consumo de apenas 36% da água do tratamento 1 e 75% da água do tratamento 2 e produziu 5.272 kg/ha.
- 4 - Dos 864 mm de água consumidos no tratamento 2, provavelmente 70% foi utilizado na evapotranspiração, e 30% na percolação.
- 5 - A análise dos componentes do consumo mostrou que os valores máximos de evapotranspiração ocorreram no subperíodo entre a diferenciação do primórdio floral e a floração com uma relação $ET/E_o = 1,58$.
- 6 - Os consumos médios diários de água para as cultivas

res Bluebelle e EEA-405 nos subperíodos vegetativos foram 17,3, 11,0 e 8,2 mm e nos subperíodos reprodutivos foram 17,3, 8,3 e 6,2 mm, respectivamente para os tratamentos de irrigação 1, 2 e 3.

- 7 - De todas as variáveis analisadas: número de afilhos férteis e estéreis, I.A.F., peso de matéria seca, relação grão/palha e peso do inço seco, nenhuma apresentou influência significativa sobre o rendimento de grãos nos 3 tratamentos de irrigação estudados.
- 8 - As temperaturas das lâminas d'água nos horários das 9 e 15 h foram sempre superiores às temperaturas do solo e apresentaram uma grande oscilação entre os 2 horários.
As temperaturas do solo com pouca umidade oscilam mais durante o dia que as temperaturas do solo encharcado ou inundado.
- 9 - O tratamento de irrigação 2 é mais recomendado para a cultura do arroz em face dos fatores temperaturas (solo e água), incidência de inços e condições topológicas do solo.
- 10- Na utilização do tratamento de irrigação 3 para a cultura do arroz recomenda-se que os solos sejam aplainados e com pouca infestação de ervas daninhas.
- 11- Como os valores do consumo d'água variam de acordo com as condições locais de solo e clima, recomenda-se a repetição do experimento da Depressão Central, no Litoral e no Vale do Uruguai, obtendo-se principalmente a relação ET/E_0 .

6. BIBLIOGRAFIA CITADA

- ADAIR, C.R. and ENGLER, K. 1955. The irrigation and culture of rice. U.S. Department of Agriculture, Yearbook of Agriculture, p. 389-94. Apud. BAKER, Alberto. 1970. A água na agricultura, irrigação e drenagem. Rio de Janeiro, Freitas Bastos p. 297-306.
- ANGLADETTE, André. 1969. El Arroz. Barcelona. Editorial Blume. p. 335-57.
- BEIRSDORF, M.I.C. et alii. 1972. Evapotranspiração potencial em arroz no Rio Grande do Sul. In. REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ IRGA-IPEAS, 2, Cachoeirinha, 17-21 jul.1972 Anais Cachoeirinha, IRGA. p. 154-6.
- BERNARDES, Bonifácio Carvalho. 1946. Melhoramentos da rizicultura no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, p. 123-5.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. 1973. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, p.240.4 (Boletim técnico, 30).
- BRASIL, Secretaria do Planejamento da Presidência da República. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1975. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro. V. 36. p. 172.
- BROD, C.G. & TERRES, A.L.S. 1974. Contrôlo da brusone por meio de fungicidas. In. REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ IPEAS-IRGA, 4, Pelotas, 12-6 ago. 1974. Anais Pelotas, IPEAS. p. 109-10.

- BUTLER, P.F. & PRESCOTT. 1955. Evapotranspiration from wheat and pasture in relation to available moisture. Australian Journal of Agricultural Research, 6: 52-61. Apud. CHANG, Jen-Hu. 1968. Climate and agriculture an Ecological Survey. Chicago. Aldine p. 92-3, 186.
- CHANG, Jen-Hu. 1968. Climate and agriculture an ecological survey. Chicago. Aldine. p. 92-3, 186.
- CHEANEY, Robert L. 1973. O manejo d'água. Lavoura Arrozcina. Porto Alegre, 26(274): 36-48. jul./ago.
- DE DATTA, S.K. & WILLIAMS, A. 1968. Rice cultural practices. b. Effects of water management practices on the growth characteristics and grain yield of rice. Page 78-93 in Committee for the coordination of investigations of the Lower Mekong Basin. Proceedings and papers, fourth seminar on economics and social studies (Rice production). Los Baños, Philippines. Apud. DE DATTA, S.K. et alii. 1973. Water management practices in flooded tropical rice. In. THE INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños. Water management in Philippine irrigation systems: Research and operations. Los Baños. IRRI p. 1-18.
- DE DATTA, S.K. et alii. 1973. Water management practices in flooded tropical rice. In. THE INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños. Water management in Philippine irrigation systems: Research & operations. Los Baños. IRRI p. 1-18.
- DE DATTA, Surajit K. et alii. 1975. Manejo del agua y necesidades de riego del arroz. In. UNIVERSITY OF PHILIPPINES, Los Baños. Cultivo del arroz; manual de producción. México, Limusa. p. 121-7.

- DAKER, Alberto. 1970. A água na Agricultura; irrigação e drenagem. Rio de Janeiro, Freitas Bastos. p.297-306.
- DASTANE, N.G. et alii. 1970. Review of Work done on Water Requirements of crops in India. Navabherat Prakashans, New Delhi. Apud. TSUTSUI, H. 1972. Manejo da água para a produção de arroz. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre. 25(268): 24-7 jul./ago.; 25(269): 36-41 set./out.; 25(270): 22-4, nov./dez.; 26(271): 10-4, jan./fev.
- DREYER, Glauco Coelho. 1972. Aspectos de irrigação no Rio Grande do Sul. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 25(267): 28-34, maio/jun.
- EFFECT of water management practices on the growth characteristics and grain yield of rice. 1968. In. THE INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños. Annual Report. 1968. Los Baños. p. 206-12.
- EVATT, Nathan S. 1958. Fertilizer - water depths tests on rice, 1958-57. College Station, Texas Agricultural Experiment Station, 4 p. (Progress Report, 2006).
- GOMES, Frederico Pimentel. 1970. Curso de estatística experimental. São Paulo. Nobel. 430 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO SUL, Pelotas. 1973. Arroz irrigado RS-SC. Pelotas 112 p. (Circular, 63).
- INSTITUTO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO SUL, Pelotas & CENTREISUL, Pelotas, 1965. Indicações para o cultivo do arroz no Rio Grande do Sul. Pelotas. 20p. (Circular 26).

INSTITUTO RIO-GRANDENSE DO ARROZ, Porto Alegre, 1968. Arroz no Rio Grande do Sul Brasil. Porto Alegre, 41p.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. 1977. Anuário Estatístico do Arroz. Nº 32, Porto Alegre (RS) 121p.

ISHIY, T. 1974. Competição de inseticidas e estudo de aplicação no combate à bicheira-do-arroz. In. REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ EMBRAPA-IRGA, 4., Pelotas, 12-6 Ago.1974. Anais Pelotas, EMBRAPA. p. 134.

ISHIY, T. e RIBEIRO, A.S. 1976. Contrôles de brusone e de outras doenças do arroz, com fungicidas. In. REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ EMBRAPA-IRGA, 6., Pelotas 14-5 set. 1976. Anais Pelotas, EMBRAPA. p. 30-2

MARKUS, Rubens. 1973. Elementos de Estatística aplicada. Porto Alegre. Diretório Acadêmico Leopoldo Cortez. 329 p.

KERSTING, Enio Luiz. 1976. Conheça as variedades. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 29 (295): 5-7, set/out.

LOVATO, Luiz Alberto. 1975. Compatibilidade do Herbicida Propanil com inseticidas. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 28 (286): 48-54, jul/ago.

LOVATO, Luiz Alberto. 1976. Contrôles de ervas daninhas na cultura do arroz irrigado. In. SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DA PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO, 1., Porto Alegre, 19-22 out.1976. Trabalhos apresentados Porto Alegre, Secretária da Agricultura p.64-7.

MASCARELLO, Aldérico. 1967. Arroz na Itália, Espanha e França. Separata de Lavoura Arrozeira. Porto Alegre. 20 (237): 3-15, maio/jun.

MORENO, José Alberto. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. 42p.

MORRISON, Stanton R. 1953. Rice irrigation test at the Beaumont Station. 1952. College Station, Texas Agricultural Experiment Station. 2p (Progress Report, 1542).

MOTA, F.S. & GOEDERT, C.O. 1966. Evapotranspiração potencial no Rio Grande do Sul. Separata de Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 1: 155-63.

OLIVEIRA, A. de. 1968. Algumas Considerações sobre variedades. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 21 (243):44-50 maio/jun.

PACOTES Tecnológicos para o arroz. 1974. Pelotas, EMBRAPA. p.8-13. (Circular nº 66).

PEDROSO, Brasil Aquino. 1975. Novas variedades de Arroz irrigado. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 28 (286): 30-33, nov/dez.

PEREIRA NETO, Joaquim de Araujo. 1969. Plano de irrigação no litoral gaúcho. Separata de Lavoura Arrozeira. Porto Alegre. 22 (248): 28-35 mar/abr.; 22 (249): 4-8 mai/jun.; 22 (250): 17-22 jul/ago.; 22 (251): 8-15 set/out.

- PETERSON, M.L. et alii. 1974. Cool night temperatures cause sterility in rice. Reprinted from California Agriculture, Berkeley 28 (7): 12-4 jul.
- RABINOVITCH, Mendel. 1965. Estimativas das necessidades hídricas para as culturas de arroz, cana de açúcar, citrus e milho na Baixada Fluminense. Agronomia, Rio de Janeiro. 23 (1/2): 71-86, jan/jun.
- RANEY, F.C. & MIHARA, Y. 1967. Water and soil temperature. Agronomy Monograph, 11: 1024-36. Apud. SILVEIRA Paulo Expedito. 1975. Temperature, fator climático de importância no crescimento e desenvolvimento do arroz Lavoura Arrozeira, Porto Alegre. 28 (288): 17-28 nov/dez.
- REGINATO, M.P.V. 1973. Controle da bicheira-da-raiz-do-arroz na época de ocorrência de larvas. In. REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ IPEAS-IRGA, 3., Cachoeirinha, 23-8 jul. 1973. Anais Pelotas, IPEAS, p. 132.
- RIBEIRO, A.S. 1976. Comparação avançada de fungicidas no controle da brusca. In REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ. EMBRAPA-IRGA, 6., Pelotas 14-5 Set. 1976. Anais Pelotas, EMBRAPA. p. 33-5.
- SILVA, E.M. de. & SPIRO, D.A. Comparação entre diversos sistemas de alturas de lâmina de água na cultura do arroz. In. REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ EMBRAPA-IRGA. 5., Cachoeirinha, 11-5, ago. 1975. Anais Pelotas, EMBRAPA, p. 95-9.

- SILVEIRA, Paulo Expedito. 1975. Temperatura, fator climático de importância no crescimento e desenvolvimento do arroz. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 28 (268):17-28 nov/dez.
- SPIRO, D.A. et alii. 1974. Comparação entre diversos sistemas de alturas de lâminas de água na cultura de arroz (Pesquisa preliminar, IPEAS). In. REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ IPEAS-IRGA, 4. Pelotas, 12-6 ago.1974 Anais. Pelotas, EMBRAPA, p. 73-5.
- TSUTSUI, H. 1972. Manejo de água para a produção de arroz Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 25(268): 24-7 jul/ago 25(269): 36-41 set/out.; 25(270): 22-4, nov/dez.; 26 (271): 10-4 jan/fev.
- TANAKA, A. 1963. Effect of temperature on rice plants. IRRI Seminar 12p. Apud. SILVEIRA, Paulo Expedito.1975 Temperatura, fator climático de importância no crescimento e desenvolvimento do arroz. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 28(268): 17-28 nov/dez.
- WATER management experiment. 1970. In. THE INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños. Annual Report.1969 Los Baños p. 128-30.
- YAKUWA, R. 1946. Über die bodentemperaturen in den verschiedenen Bodenarten in Hokkaido. Geophysical Magazine. Tokio, 14: 1-12. Apud. CHANG, Jen-Hu. 1968. Climate and agriculture an Ecological Survey. Chicago. Aldine p.92-3, 186.

Apêndice 1 - Consumo de água dos tratamentos por subperíodo de desenvolvimento da planta na 1ª REPETIÇÃO em m³/ha.

Subperíodos de consumo	T R A T A M E N T O S					
	B L U E B E L L E			E E A - 4 0 5		
	1	2	3	1	2	3
Até 12º dia de irrigação	2.074	810	1.335	2.074	961	1.316
Do 12º dia até D.P.F. (30 dias de irr.)	5.184	3.744	2.713	5.184	3.883	2.671
Total do subp. vegetativos (42 dias de irr.)	7.258	4.554	4.048	7.258	4.844	3.987
Da D.P.F. à floração (30 dias de irr.)	5.184	2.464	1.455	5.184	2.335	1.879
Da floração à fim de irr. (32 dias de irr.)	5.530	1.610	1.590	5.530	1.620	1.620
Total do subp. reprodutivos (62 dias de irr.)	10.714	4.074	3.045	10.714	3.955	3.499
TOTAL GERAL (104 dias de irr.)	17.972	8.628	7.093	17.972	8.799	7.486

Apendice 2 - Consumo de água dos tratamentos por subperíodo de desenvolvimento da planta na IIª REPETIÇÃO em m³/ha.

	T R A T A M E N T O S					
	B L U E B E L L E			E E A - 4 0 5		
Subperíodos de consumo	1	2	3	1	2	3
Até 12º dia de irrigação	2.074	1.193	1.423	2.074	1.218	1.151
Do 12º dia até D.P.F. (30 dias de irr.)	5.184	3.604	2.718	5.184	3.706	2.412
Total do subp. vegetativos (42 dias de irr.)	7.258	4.802	4.141	7.258	4.924	3.563
Da D.P.F. à floração (30 dias de irr.)	5.184	2.184	1.828	5.184	2.312	1.483
Da floração ao fim da irr. (32 dias de irr.)	5.530	1.640	1.630	5.530	1.660	1.710
Total do Subp. reprodutivos (62 dias de irr.)	10.714	3.824	3.458	10.714	3.372	3.193
TOTAL GERAL (104 dias de irr.)	17.972	8.626	7.599	17.972	8.896	6.756

Apêndice 3 - Consumo de água dos tratamentos por subperíodo de desenvolvimento de planta na III^a REPETIÇÃO em m³/ha

	T R A T A M E N T O S					
	B L U E B E L L E			E E A - 4 0 5		
Subperíodos de consumo	1	2	3	1	2	3
Até 12º dia de irrigação	2.074	495	396	2.074	500	486
Do 12º dia até D.P.F. (30 dias de irr.)	5.184	3.386	2.149	5.184	3.262	1.804
Total dos subp. vegetativos (42 dias de irr.)	7.258	3.881	2.545	7.258	3.762	2.270
Da D.P.F. à floração (30 dias de irr.)	5.184	2.188	1.642	5.184	2.058	1.055
Da floração ao fim de irr. (32 dias de irr.)	5.530	1.440	1.480	5.530	1.510	1.420
Total dos subp. reproduti. (62 dias de irr.)	10.714	3.628	3.122	10.714	3.568	2.475
TOTAL GERAL (104 dias de irr.)	17.972	7.509	5.667	17.972	7.330	4.745

Apêndice 4 - Consumo de água dos tratamentos por subperíodo de desenvolvimento da planta na IVª REPETIÇÃO em m³/ha.

	T R A T A M E N T O S					
	B L U E B E L L E			E E A - 4 0 5		
Subperíodos de consumo	1	2	3	1	2	3
Até 12º dia de irrigação	2.074	1.188	991	2.074	1.318	1.165
Do 12º dia até D.P.F. (30 dias de irr.)	5.184	3.596	2.381	5.184	3.922	2.633
Total do subp. vegetativo (42 dias de irr.)	7.258	4.784	3.372	7.258	5.240	3.798
Da D.P.F. à floração (30 dias de irr.)	5.184	3.121	1.241	5.184	3.346	1.416
Da floração ao fim da irr. (32 dias de irr.)	5.530	1.370	1.330	5.530	1.460	1.470
Total dos subp. reprodutivos (62 dias de irr.)	10.714	4.491	2.571	10.714	4.806	2.886
TOTAL GERAL (104 dias de irr.)	17.972	9.275	5.943	17.972	10.046	6.684

Apêndice 5 - Valores dos componentes do consumo de água por subp. de desenvolvimento da planta

SUB- PERÍODOS	Fase do desenvolvimento da planta	nº de dias	cultivar	Consumo nas caixas de madeira revestidas com plásticos, enteradas				tanq. plás. "A"	Relação	
				E (mm)	ET (mm)	E Per (mm)	E PerT (mm)	E _o (mm)	ET/E	ET/E _o
5-12-76 a 16-12-76	nos 12 primeiros dias de irrigação	12	EEA-405 Bluebelle média	76,2 83,9 80,0	84,6 95,2 89,9	- - -	- 238,1 238,1	82,2	1,12	1,09
17-12-76 a 15-01-77	do 12º dia até D.P.F.*	30	EEA-405 Bluebelle média	210,6 179,2 194,9	204,5 213,8 209,2	- - -	- 257,4 257,4	159,4	1,07	1,31
05-12-76 a 15-01-77	total da fase vegetativo	42	EEA-405 Bluebelle média	286,8 263,1 274,9	289,1 309,0 299,0	- - -	- 495,5 495,5	241,6	1,09	1,24
16-1-77 a 14-02-77	da D.P.F. à floração	30	EEA-405 Bluebelle média	200,6 209,9 205,2	317,8 279,0 298,4	- 304,0 304,0	- 363,6 363,6	189,4	1,45	1,58
15-02-77 a 26-03-77	da floração à maturação	40	EEA-405 Bluebelle média	178,8 181,3 180,0	264,6 214,0 239,3	- 287,9 287,9	- 333,5 333,5	162,2	1,34	1,48
16-01-77 a 26-03-77	total do período reprodutivo	70	EEA-405 Bluebelle média	379,4 391,2 385,3	582,4 493,0 537,7	- 591,9 591,9	- 697,1 697,1	351,6	1,40	1,53
05-12-76 a 26-03-77	total de todo o período	112	EEA-405 Bluebelle média	666,2 654,3 660,2	871,5 892,0 836,7	- - -	- 1192,6 1192,6	593,2	1,27	1,41

*Diferenciação do primórdio floral(D.P.F.)

Apêndice 6 - Temperaturas, radiação solar, precipitação e umidade relativa por subperíodo de desenvolvimento da cultura do arroz (médias).

S U B P E R I Ó D O S	Fases do desenv. da planta	TEMPERATURAS DO SOLO °C						TEMPERATURAS DA LÂMINA D'ÁGUA °C				RA- DIA ÇÃO Cal/ cm ² por dia	Pre- cipi- tação (mm)	Temp. média diá- ria do ar	Umí- da- de rel. %		
		GEOTERMÔMETROS (15cm de profundidade)															
		T R A T A M E N T O S						Estação Agrometeo- rológica		TRATAMENTOS							
		1		2		3		9hs 15hs		1						2	
		9hs	15hs	9hs	15hs	9hs	15hs	9hs	15hs	9hs	15hs					9hs	15hs
5-12-76 16-12-76	desenv. vegetat.	23,2	26,8	23,3	27,2	23,0	27,1	22,4	25,7	25,3	32,8	25,7	33,4	535	67,1	25,3	66,1
17-12-76 15-01-77	até D.P.F.	24,6	27,9	24,7	28,3	24,0	28,1	23,9	27,2	26,6	34,2	26,7	34,3	496	107,7	25,6	67,7
05-12-76 15-01-77	médias per.veg.	24,2	27,6	24,3	28,0	23,7	27,8	23,5	26,8	26,2	33,8	26,4	34,0	507	174,8	-	-
16-01-77 14-J2-77	da D.P.F. a flor.	25,6	27,3	25,8	27,6	24,8	28,0	25,6	28,6	25,7	33,2	25,9	33,2	470	101,7	-	-
15-02-77 26-03-77	da flor. a matur.	25,1	26,7	25,4	27,1	24,7	27,8	24,6	27,4	25,4	31,9	25,7	32,2	416	210,2	26,8	74,0
16-01-77 26-03-77	médias no per. reprod.	25,3	27,0	25,6	27,3	24,8	27,9	25,0	27,9	25,5	32,5	25,8	32,6	451	311,9	26,1	76,9
05-12-77 26-03-77	médias em to- do o ciclo	24,9	27,2	25,1	27,6	24,4	27,9	24,4	27,5	25,8	33,0	26,0	33,2	472	486,7	-	-