MANEJO DE ÁGUA EM ARROZ (*Oryza sativa* L.) IRRIGADO
EM VÁRZEA DO RIO GUAMÁ, ESTUÁRIO
AMAZÔNICO, BELÉM-PARÁ

RAIMUNDO EVANDRO BARBOSA MASCARENHAS
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ANTÔNIO FERNANDO LORDELO OLITTA

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Irrigação e Drenagem.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1987

Para minha mãe

Meu oferecimento e dedicação

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que tiveram participação direta ou indiretamente, na realização deste trabalho, expresso meus sinceros agradecimentos, em especial:

Aos professores Dr. Antônio Fernando Lordeiro Olitta e Dr. Rubens Scardua, pela orientação e amizade;

Aos professores do Curso de Irrigação e Drenagem pelos conhecimentos transmitidos;

Aos amigos de Curso pelo convívio e amizade e particularmente ao Tarlei Arriel Botrel, por toda a ajuda prestada durante o mesmo;

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela oportunidade da realização do Curso;

Ao Dr. Emeleocípio Botelho de Andrade, Dr. Dilson Augusto Capucho Frazão e Dr. Paulo Choji Kitamura, pela amizade, incentivo e apoio prestado na conclusão deste trabalho.

Ao Dr. José Furlan Júnior, que envidou todos os esforços, e proporcionou as condições para que este trabalho fosse desenvolvido no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), e ao Dr. Altevair de Matos Lopes, pela valiosa colaboração na condução do experimento e coleta de dados.

Ao Dr. Raimundo Parente de Oliveira e Dr^a Rosema^{ry} Moraes Ferreira Viêgas, pela colaboração na Análise Estatística;

Ao Dr. Francisco Oliveira Freire e Dr^a Tatiana Deane A.S. Diniz pela ajuda do texto em inglês;

Ao Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama, Dr. Ernesto Mauês da Serra Freire pela orientação na descrição do perfil do solo.

3.5.1. Modelo estatístico	42
3.5.2. Tratamentos utilizados	42
3.6. Características estudadas	44
3.7. Avaliação das características	44
3.7.1. Produção de grãos	44
3.7.2. Altura de planta	45
3.7.3. Número de perfilhos/planta e número de pa nículas/planta	45
3.7.4. Número de espiguetas/panículas e número de grãos cheios/panículas	45
3.7.5. Peso médio de 1.000 grãos	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5. CONCLUSÃO	53
6. LITERATURA CITADA	55
7. APÊNDICE	64

MANEJO DE ÁGUA EM ARROZ (*Oryza sativa* L.) IRRIGADO EM VÁRZEA DO RIO GUAMÃ, ESTUÁRIO AMAZÔNICO, BELÉM-PARÁ

Autor: RAIMUNDO EVANDRO BARBOSA MASCARENHAS

Orientador: PROF. DR. ANTÔNIO FERNANDO LORDELO OLITTA

RESUMO

A presente pesquisa foi conduzida na área experimental da Várzea do Rio Guamã do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU, em Belém, Estado do Pará, no período de junho a outubro de 1983, com o objetivo de determinar a resposta da cultura do arroz, com relação a produtividade e os componentes de produção, quando submetida a diferentes manejos de água de irrigação por inundação.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos utilizados foram: 1. Irrigação por inundação contínua com lâmina de 15cm de espessura; 2. Irrigação por inundação com lâmina de 15cm de espessura e drenagem de 15 dias, aos 40 dias após a germinação, seguida da reinundação inicial até a maturação; 3. Irrigação por inundação intermitente com lâmina máxima de 15cm de espessura e reposição de água a cada 7 dias; 4. Irrigação por inundação intermitente com lâmina máxima de 15cm de espessura e reposição de

água a cada 15 dias; 5. Sem irrigação.

Os tratamentos foram avaliados através da produção de grãos, bem como sobre os seus principais componentes e outros parâmetros fenológicos tais como: altura da planta, número de perfilhos/planta, número de panículas/planta, número de espiguetas/planta, número de grãos cheios/panículas e peso de 1.000 grãos. As análises e interpretações dos resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

1. A análise estatística não detectou efeito significativo entre os tratamentos para a produção de grãos e seus principais componentes de produção e parâmetros fenológicos.

2. Provavelmente, a drenagem intermediária por um período de 15 dias aos 40 dias após a germinação do arroz proporcionou um aumento de produção da ordem de 26,49% em relação a testemunha (tratamento sem irrigação).

3. A irrigação por inundação contínua com uma lâmina de água de 15cm de espessura exerceu um ótimo controle sobre as plantas daninhas.

4. Considerando-se apenas as condições edafoclimáticas das várzeas do Estuário Amazônico, semelhantes as do Rio Guamã, há possibilidade do desenvolvimento de uma rizicultura altamente produtiva sem o emprego da irrigação por inundação.

5. Parece que, o parâmetro número de grãos cheios/panícula, influenciou mais na produtividade, do que o número de panículas/planta.

WATER MANAGEMENT IN IRRIGATED RICE CROP (*Oryza sativa* L.) IN THE GUAMA RIVER VARZEA, AMAZONIAN ESTUARY, BELÉM-PARÁ

Author: RAIMUNDO EVANDRO BARBOSA MASCARENHAS

Adviser: ANTÔNIO FERNANDO LORDELO OLITTA

SUMMARY

The current research was carried out at the experimental area of the Guamá river belonging to the Humid Tropic Center of Agricultural Research (CPATU) in Belém city, State of Pará, Brazil, from June to October 1983, aiming to determine rice crop response concerning to its production components and yield under different water management in a flooding irrigation system.

A randomized block experimental design with five treatments and four replications was used. The treatments were: 1. Continuous flooding in 15cm water depth; 2. flooding irrigation in 15cm water depth and a 15 days drainage period, 40 days after germination, followed by flooding irrigation again until maturation; 3. intermittent flooding irrigation, in a maximum 15cm water depth and water reposition each 7 days; 4. intermittent flooding irrigation in a maximum 15cm water depth and water reposition each 15 days; 5. without irrigation.

The treatments were evaluated mainly through yield as well as through their grain yield and phenological parameters such as: plant height, number of tillers per plant, number of panicle per plant, number of spikelets per panicle, number of filled grains per panicle and weight of 1,000 filled grains. The analysis and interpretation of the obtained results allowed of following conclusions.

1. Statistical analysis did not detect any significant difference among treatments concerning to grain yield and other parameters evaluated.

2. Intermediate drainage applied during 15 days begining 40 days, after rice germination, was probably responsible for the 26.49% production increase compared with control treatment (without any irrigation).

3. Continuous flooding irrigation in 15 water depth behaved as an efficient control measure against weeds.

4. Under soil and weather condition resembling those of Guamā river varzea (Amazonian estuary) highly productive rice crops without flooding irrigation can be expected.

5. It seems the parameter number of filled grains per panicle influence more strongly yield than the parameter number of panicles per plant.

1. INTRODUÇÃO

Na região Norte predomina o arroz de sequeiro. Nesta modalidade de produção, o arroz está quase presente em plantio consorciado, sob cultivo itinerante como cultura de subsistência. O fato do arroz ser plantado juntamente com outras espécies sem um sistema definido e adequado e o baixo potencial de rendimento das variedades tradicionalmente cultivadas são fatores responsáveis pela baixa produtividade de arroz de sequeiro.

Outro sistema na Região que vem se expandindo nos últimos anos, é o plantio em várzeas úmidas e várzeas com irrigação controlada.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, no Estado do Pará, no ano de 1982, foram plantados com a cultura do arroz 132.795 ha, produzindo cerca de 168.066 t, com uma produtividade média de 1.266 kg/ha (FIBGE, 1983). Considerando a área total plantada, 92,66% coube ao arroz

de sequeiro, correspondendo a uma produtividade média de 1.104 kg/ha. Os 7,34% restantes foram ocupados pela cultura em várzea úmida e várzea com irrigação controlada, atingindo produtividades médias de 2.472 kg/ha e 4.000 kg/ha respectivamente, contribuindo com 19,20% da produção do Estado do Pará (FIBGE, 1982).

Estudos recentes, utilizando imagens de radar, indicam um total de cerca de 3.000.000 ha de várzeas na região do Estuário do Rio Amazonas. Estas áreas estão localizadas ao longo dos rios de água barrenta e seus afluentes, onde a fertilidade natural é renovada periodicamente pela deposição constante de elementos organo-minerais nas margens inundadas (LIMA, 1956). Devido a isto e as condições climáticas favoráveis, nestas áreas são encontrados excelentes condições para o estabelecimento de uma rizicultura altamente produtiva capaz de suprir as necessidades internas e exportar o excedente, proporcionando uma fonte de divisa para o Estado.

A exploração racional dos solos de várzeas na região do Estuário Amazônico com a cultura do arroz irrigado tem que ser vista sob dois aspectos econômicos, um em que se utiliza elevada tecnologia e outro de baixo nível tecnológico.

No primeiro aspecto encontramos, as várzeas com irrigação controlada. Estas são obtidas quando se procede a sua sistematização e a construção de tabuleiros, de canais de irrigação e drenagem, comportas e um sistema de bombeamento que possibilita o aproveitamento mais racional destes solos durante o ano

todo (MASCARENHAS et alii, 1974). Assim sendo, é possível o con trole de dois fatores limitantes à exploração agrícola auto-sus tentada quais sejam, a água e as plantas daninhas, todavia este sistema redundando em investimentos de infra-estrutura, cujos cus tos, dentro dos atuais modelos de captação de recursos dos agen tes de crédito, o tornam inacessíveis ao pequeno agricultor. KASS et alii (1974) nesse sistema, em ensaios realizados na várzea do Rio Guamã em Belém, conseguiram com variedades IR-665-33-2-5 uma produção média de 8.432 kg/ha, em apenas uma safra, e com gran des possibilidades de serem produzidas até três safras anuais.

Com relação ao segundo aspecto temos as várzeas umi das, onde a simples derrubada, queimada e abertura de pequenos drenos tornam utilizáveis estas áreas apenas em uma parte do ano, apresentando uma produtividade média de 2.400 kg/ha. Nessas con dições o suprimento de água necessário para o arroz, provém da irrigação natural das águas das marés e das elevadas precipita ções pluviométricas que ocorrem durante o ciclo biológico da cul tura.

As pesquisas geralmente tem demonstrado, que exis te um potencial máximo de rendimento para a cultura do arroz irri gado quando se mantêm o solo em condição de inundação nos estã gios críticos e saturação nos demais (Sen e Dutta, 1967). Segun do TSUTSUI (1972c), os estágios críticos da cultura em relação a submersão do solo seriam o início do perfilhamento, diferencia ção do primórdio floral e início da floração.

Apesar de haver pesquisas evidenciando o uso mais econômico e eficiente da água, a permanência do solo inundado com uma lâmina de água de 5 a 20 cm de espessura 10 a 20 dias após a emergência das plântulas até próximo a colheita, é prática tradicionalmente adotada na maioria das lavouras de arroz. Este manejo de água embora mais fácil e bem aceito pelos rizicultores torna a água de irrigação mais onerosa no sistema de produção deste cereal.

Em consequência do alto custo ocasionado pela submersão contínua do solo por períodos longos, além dos problemas relacionados com a aplicação de herbicidas e adubação, têm estimulado pesquisadores de outros países a estudarem o comportamento da cultura do arroz irrigado sob diferentes manejos de água (Gomes, 1979).

Devido às razões acima mencionadas e ao elevado potencial das Várzeas do Estuário Amazônico para a cultura do arroz irrigado, foi desenvolvido na área experimental da várzea do Rio Guamã, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU, em Belém, um trabalho de pesquisa objetivando estudar a resposta da cultura do arroz, no que diz respeito à produtividade e aos componentes de produção, quando submetida a diferentes manejos de água de irrigação por inundação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo, existindo poucas culturas com uma distribuição geográfica tão ampla quanto a sua. É considerado planta tropical, apesar de ser cultivada desde o Norte da Tchecoslováquia, 49° LN até o Sul da Austrália, 35° LS (MOOMAW e VERGARA, 1964 e ISHISUKA, 1971).

Participa obrigatoriamente na dieta alimentar de mais de 2/3 da população humana do globo terrestre, e seu cultivo ocupa uma área de 141.285.000 ha, atingindo uma produção de 423.464.000 t, representando 19,45% e 24,80% da área cultivada e produção com cereais no mundo respectivamente (FAO, 1983).

Conforme se pode constatar em PANDE e MITRA (1970), GRIST (1970) e PALACPAC (1978), as mais altas produções proporcionadas pela cultura do arroz estão associadas ao cultivo irrigado. Nesta modalidade de exploração agrícola, isto é justificado de acordo com SENEWIRATNE e MIKKELSEN (1961) pela submersão do solo, e apresenta quando em tais condições, acréscimo de produção da ordem de até 60% comparativamente à cultura desenvolvida em terras não inundadas.

A submersão do solo proporciona os mais altos rendimentos a cultura devido, segundo HALL e TACKETT (1961) e VALORAS e LETEY (1966) pela melhor relação solo-água-planta, maior: hidratação dos tecidos, taxa transpiratória, absorção de nutrientes e também, de acordo com DREYER (1972), TSUTSUI (1972b) e De DATTA et alii (1975), melhor controle das plantas daninhas na lavoura.

Em solos não inundados ocorre uma inversão dessas vantagens, e conforme constatações de TOMAR e GHILDYAL (1972) as plantas de arroz apresentam nestas condições uma resistência ao transporte de água duas vezes maior que as cultivadas em solo submerso. Este fenômeno fisiológico é explicado segundo os autores pela degradação das células do córtex radicular das plantas desenvolvidas em solos inundados. Desse modo, o movimento mais livre da água nos tecidos das plantas concorre para uma maior taxa transpiratória.

A inundação do solo também proporciona através do suprimento de oxigênio um ambiente de redução que modifica as reações físicoquímicas comuns aos solos inundados. Assim sendo, segundo PATRICK e MAHAPATRA (1968), depois de algumas semanas de inundação do solo o seu potencial de oxidação-redução que se situa, em condições de oxidação entre +400 e +700 mv, passa a situar-se entre -250 e -300 mv. Em consequência dessa variação, verificam-se também alterações na disponibilidade de nutrientes às plantas. Portanto, de acordo com SENEWIRATNE e MIKKELSEN (1961), variações na disponibilidade e forma do nitrogênio, fósforo, ferro e manganês podem proporcionar as condições fisiológicas ótimas e justificar a superioridade de cultura do arroz irrigado.

2.2. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO MAIS UTILIZADOS NA CULTURA DO ARROZ

Os métodos de irrigação empregados na cultura do arroz variam em diversas partes do mundo, em função das diferenças de clima, solo, topografia, suprimento de água e costumes. Entre os diferentes métodos existentes, TSUTSUI (1972b), cita e apresenta o da inundação contínua, que pode ser feita com água estática ou corrente e o da inundação intermitente, por serem os mais empregados e recomendados nas diferentes regiões produtoras de arroz do mundo.

2.2.1. IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO

2.2.1.1. IRRIGAÇÃO CONTÍNUA

Neste sistema as lavouras ficam permanentemente cobertas com uma lâmina de água durante o ciclo da cultura. As lavouras, geralmente não são providas de um sistema adequado de abastecimento de água e drenagem, e o controle artificial da irrigação é quase impraticável.

É um dos métodos mais empregados e apresenta as seguintes vantagens

- Melhor controle das plantas daninhas.
- Controle da temperatura do solo. Não haverá temperaturas extremas, devido a presença da água que tem um calor específico superior ao do solo.
- Melhor fixação do nitrogênio atmosférico, devido as condições favoráveis para o crescimento das algas verdes-azuis.
- Durante os primeiros estágios, há um aumento na disponibilidade dos nutrientes das plantas, tais como, fósforo, ferro, manganês e silício.
- Economia de mão-de-obra.
- Aumento da fotossíntese nas folhas mais baixas devido o reflexo da luz na água. (TSUTSUI, 1972b)

2.2.1.2. IRRIGAÇÃO ESTÁTICA VERSUS CORRENTE

A irrigação por submersão contínua pode ser feita com água estática ou corrente.

Na irrigação estática, a água parada na lavoura permanentemente, torna-se estagnada, mas não prejudica as plantas de arroz. A eficiência de irrigação é maior na forma estática, caso a água não seja convenientemente utilizada na forma corrente, além do mais existe o perigo de que os nutrientes do solo sejam carregados pela água corrente.

Não há diferença em evapotranspiração, infiltração e percolação para qualquer um dos métodos. A necessidade de água é variável dependendo das práticas de manejo. A irrigação corrente é praticada em solos onde existem substâncias tóxicas devido à pouca percolação ou má drenagem, o que torna necessário um suprimento de água contínua corrente.

A decomposição da matéria orgânica é afetada pela temperatura do solo, e a ação redutiva do solo é bastante acelerada com o aumento da temperatura. Nos trópicos a água corrente resulta na diminuição da temperatura do solo o que pode ser considerado com um benefício. A maior justificativa para o emprego de irrigação corrente é a de economizar mão-de-obra quando as prāticas são um tanto trabalhosas, especialmente quando as áreas são relativamente pequenas e não há facilidade de acesso aos pontos de tomada de água (TSUTSUI, 1972b).

2.2.1.3. IRRIGAÇÃO INTERMITENTE

A irrigação intermitente é praticada nas áreas que estão frequentemente sujeitas a falta de água ou quando não existe abundante suprimento de água para a prática da submersão contínua.

Produções satisfatórias de arroz são obtidas em condições de irrigação intermitente quando a umidade do solo é mantida próximo da saturação durante o período de não submergência. Todavia, em muitas plantações de arroz, este método não é adotado porque:

- Requer um completo sistema de irrigação e drenagem envolvendo altos custos.
- Necessita de irrigantes bem treinados.
- Emprega modernas técnicas de cultivos, práticas de solo e manejo de água desconhecidos para aqueles que estão habituados com a irrigação contínua.

A maior contribuição da irrigação intermitente para o uso econômico da água é a diminuição das perdas por escoamento superficial e por percolação, que são maiores em lavouras submersas ou em solos saturados. O sucesso da irrigação intermitente sob o ponto de vista da relação solo-água-planta, está em fornecer a umidade adequada durante o período de não submergência. Vários estudos indicam que a umidade contida no solo quando está em torno de 70 a 80% abaixo da saturação, a produção de arroz co

meça a decrescer. Quando a umidade torna-se menor do que 50% da capacidade de campo, o rendimento da cultura diminui de 1/2 até 1/3 da produção da lavoura sob condições de saturação. As folhas começam a murchar quando este valor é inferior a 30%, enrolam-se e, morrem quando a umidade permanece em 20% ou menos. (TSUTSUI, 1972b)

2.3. INFLUÊNCIAS DO MANEJO DE ÁGUA SOBRE O RENDIMENTO DO ARROZ IRRIGADO

O manejo da água, é uma prática que deve ser realizada com muito cuidado para evitar desperdícios, e executada sempre em época oportuna porque influi no custo e na produtividade da cultura do arroz irrigado. É uma técnica empregada nos sistemas de irrigação com o objetivo de atender as diferentes exigências ambientais locais.

O eficiente manejo de água significa: efetividade no controle das plantas daninhas, máxima absorção de nutrientes, manutenção de uma quantidade de água necessária economicamente para o desenvolvimento e crescimento das plantas, sem provocar excessos ou perdas. (De Datta et alii, 1975)

A irrigação da cultura do arroz quando se desenvolve sob condições de solo inundado compreende em princípio dois tipos de manejo: o de submersão contínua ou permanente e o de submersão periódica ou intermitente. No primeiro caso, são consi

deradas importantes as épocas de início da inundação e drenagem do solo, no segundo caso, estágios críticos de crescimento da cultura em relação a períodos de drenagem do solo. (TSUTSUI, 1972c e Gomes, 1979)

2.3.1. INÍCIO DA INUNDAÇÃO E DA DRENAGEM DO SOLO

De acordo com a região agrícola, características ambientais próprias e tipos de variedades empregadas, existe sempre uma melhor época destinada ao início da irrigação e drenagem do solo.

BRANDÃO (1943) estabelece que a inundação permanente do solo para o arroz só deveria ocorrer após o término do perfilhamento, correspondendo 50 a 60 dias após o plantio, para que não houvesse prejuízo do mesmo. Todavia o autor ressalta que esta prática teria o inconveniente de acarretar uma infestação de plantas daninhas que nascem no período em que o solo permanece apenas inundado e posteriormente necessitaria a eliminação das mesmas para evitar a concorrência com a planta arroz.

JENKINS e JONES- (1944) em Louisiana, Estados Unidos, constatou em ensaio de campo, que uma série de cultivares proporcionaram os maiores rendimentos, quando a inundação do solo ocorreu 20 dias após a emergência das plântulas.

BERNARDES (1956) em experimentos realizados em Gravataí, Rio Grande do Sul, no período de 1939-1953, onde testou

diferentes épocas de emergência do solo: 0, 10, 20, 30 e 40 dias após a emergência do arroz. Após a análise dos resultados concluiu que os maiores rendimentos de grãos de arroz foram alcançados quando a irrigação iniciou-se aos 10 dias após a germinação e mantida 20 a 30 dias. A partir desta data a lavoura deve ser drenada para permitir maior perfilhamento e crescimento das raízes explorando as camadas mais profundas do solo. Quando as plantas apresentarem sintomas de deficiência de água a lavoura deve ser reinundada e assim mantida até a maturação. Ainda para as condições ecológicas do Rio Grande do Sul, MOSCARELI e ROSINHA (1967) aconselham que havendo deficiência de água no solo após a semeadura, efetua-se imediatamente a irrigação (primeiro banho) para facilitar a germinação das sementes. A água deve ser colocada nos tabuleiros mais altos até cobrir perfeitamente o solo, em seguida é drenada para os de nível inferior. Após este procedimento, a irrigação (segundo banho) deverá ser reiniciada 8 a 10 dias depois da germinação, observando-se que qualquer atraso nesta operação compromete a produção do arroz. Ressaltam os autores, que experimentos realizados naquele Estado evidenciaram que os tratamentos em que a irrigação foi iniciada 20 dias após a germinação proporcionaram uma redução de 20% sobre o rendimento, em relação aqueles que foram banhados 8 dias após a emergência das plântulas.

DUARTE (1963), através de estudos no Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Sul - IPEACS, Rio de Janeiro, com o objetivo de determinar a melhor espessura da lâmina de água considerando duas épocas de início de irrigação 15 dias após a emergência

gência do arroz e início do emborrachamento. Dos resultados obtidos constatou que das 4 cultivares em estudos as De Abril e Mas M-24, apresentaram rendimentos semelhantes nos dois períodos. Ainda DUARTE (1969) em ensaios conduzidos durante 6 anos na baixada fluminense, testando 5 épocas de início de irrigação 0, 10, 20, 30 e 40 dias após a germinação, verificou que os diferentes períodos estudados diferenciaram-se estatisticamente em dois grupos, destacando-se em primeiro lugar os seguintes, 30, 20 e/0 dias, em segundo os demais, não diferindo entre si os pertencentes a cada grupo. Os dois primeiros tratamentos proporcionaram um razoável controle das plantas daninhas, dispensando as capinas habituais. Entretanto, o mesmo não aconteceu com os demais, onde o referido trato cultural se fez necessário pelo menos uma vez. Após um balanço geral das vantagens e desvantagens oferecidas pelas diferentes épocas estudadas, o autor aconselha 20 a 30 dias após a emergência das plântulas como sendo o melhor período para o início da irrigação na cultura do arroz em solos hidromórficos da baixada fluminense e regiões vizinhas.

GUIMARÃES et alii (1974b) em uma série de 10 experimentos, instalados em solos argilosos durante 6 anos consecutivos no Vale do Rio Paraíba - São Paulo, concluiu que a melhor época de iniciar a irrigação para a cultura do arroz era na fase do agulhamento das plantinhas com as primeiras folhas ainda encartuchadas ou começando a abrir-se.

GOMES et alii (1976) e FOMES et alii (1977) tentam diminuir os custos de produção do arroz irrigado no Rio Gran

de do Sul, conduziram um experimento em Pelotas testando 4 épocas de início da irrigação e 5 épocas da aplicação de nitrogênio. O início da inundação do solo ocorreu aos 10, 20, 42 e 56 dias ap^os a emergência das plântulas. O nitrogênio foi aplicado da seguinte maneira: todo na base, enquanto nas demais épocas apenas 1/3 foi aplicado na base e os 2/3 restantes aos 14, 28, 42 e 56 dias ap^os a emergência do arroz. Da an^lise dos resultados obti^{dos} os autores observaram que a aplicação do nitrogênio em função da época de inundação do solo apresentou resultados signifi^{cativos} estatisticamente, enquanto que as produções corresponden^{tes} as épocas de submergência apresentaram, entre si diferenças significativas estatisticamente, de tal maneira que as 3 primei^{ras} épocas de inundação 14, 28 e 42 dias proporcionaram os maio^{res} rendimentos dos grãos, por^{em} iguais estatisticamente. Consi^{derando} a eficiência e economicidade da água, os autores aconse^{lham} iniciar-se a inundação das lavouras de arroz cerca de 40 di^{as} ap^os germinação do arroz.

As verificações encontradas por ROCHA e BARRETO (1977) em ensaios conduzidos na estação experimental de Mococa-São Paulo com a variedade IAC-435 não s^o concordaram com as obser^{vações} encontradas por Guimarães et alii (1974b) como reforça^{ram} que a irrigação iniciada naquela época controla melhor a in^{cidência} de plantas daninhas no arroz irrigado.

Os termos drenagem e secagem dos solos tem sido em^{pregados} de forma confusa e mesmo como sinônimos na cultura do

arroz irrigado. Segundo TSUTSUI (1973), drenagem é a remoção da água por meio artificial, enquanto que a secagem é o desaparecimento da mesma pela evapotranspiração e percolação.

Parece ser necessário drenar as lavouras de arroz no sistema contínuo de inundação tão cedo quando possível, após a floração, devido a inadequados sistemas de drenagem. Esta prática visa também o melhor rendimento e qualidade dos grãos, economia de água, bem como proporcionar as condições mais favoráveis do solo a colheita mecanizada. Todavia uma drenagem muito cedo tende a reduzir a produção e qualidade dos grãos de arroz. (Stone e Fonseca, 1980)

MOSCARELI e ROSINHA (1967) consistentes com as recomendações de BRANDÃO (1943) recomendam que a interrupção no fornecimento de água a lavoura de arroz deve ocorrer quando os grãos do terço inferior da panícula estejam com o endosperma bem consistente. Desta maneira estará praticamente drenada na época de corte, facilitando as operações de colheita mecanizada.

Segundo a Universidade das Filipinas 7 a 10 dias antes da colheita, quando os grãos se encontram na fase de endurecimento é recomendada a drenagem gradual das lavouras de arroz (Universidade de Filipinas, 1975).

GUIMARÃES et alii (1974a) com o objetivo de definir as melhores épocas para as drenagens intermediárias e finais nas condições ecológicas médias do Vale do Rio Paraíba, São Pau

lo, em uma série de 13 experimentos durante 9 anos, concluiu que a drenagem final deveria ser realizada aos 21 dias após o florescimento do arroz. Esta época coincide aproximadamente, com 2/3 de maturação da panícula, concordando também com as verificações encontradas por ROCHA e BARRETO (1977).

Por sua vez, DUARTE et alii (1977) em experimentos realizados na baixada fluminense com as variedades IAC-435 e De Abril tendo como tratamento a drenagem final dos tabuleiros aos 20, 25, 30 e 35 dias após o início da floração, demonstrou que as diferentes épocas de drenagem final não influenciaram na produção, permitindo indicar a de 20 dias como a mais econômica em demanda de água e mão-de-obra.

Finalmente NEDEL (1979) em experimentos realizados em Pelotas, constatou que não havia diferenças significativas estatisticamente nos rendimentos dos grãos, quando a drenagem da lavoura de arroz era efetuada aos 31 dias após a antese ou 10 dias antes da colheita, época considerada normal para a maioria dos rizicultores gaúchos.

A literatura consultada referente a época de início de submersão do solo na cultura do arroz irrigado, permite constatar através de trabalhos mais recentes, que se deve iniciar a irrigação 30 a 40 dias após a emergência das plântulas, contrariando as recomendações anteriormente estabelecidas, que eram de 10 a 20 dias após a germinação do arroz.

Possivelmente, a dilatação desse período, esteja atualmente mais relacionado com o melhor controle das plantas da ninhas em função do uso mais sistemático e eficiente dos herbicidas.

Com relação a drenagem final da lavoura de arroz também existem discordâncias. Todavia, a prática da drenagem 7-10 dias antes da colheita, não se coaduna com o uso eficiente e econômico da água e provavelmente sô se justifica devido a hãbitos adquiridos por rizicultores atravês dos tempos.

2.3.2. INUNDAÇÃO CONTINUA VERSUS DRENAGENS PERIÓDICAS

JENKINS e JONES (1944) através de estudos durante 6 anos em Louisiana, Estados Unidos, com o objetivo de estudar o comportamento da variedade Fortuna, quando submetida aos manejos de água de submersão contínua e alternada, concluíram que o primeiro sistema proporcionou produções mais elevadas que o segundo.

MORRISON (1953), preocupado com o uso eficiente e econômico da água na cultura do arroz irrigado, conduziu um experimento onde foram testados diferentes práticas de manejo de água. Os resultados mostraram, para as condições em que o ensaio foram realizadas, que a mais indicada era a inundação contínua com uma lâmina de água de cerca de 20 cm de espessura, seguida de uma drenagem iniciada aos 42 dias apôs o plantio, durante 17 dias, voltando posteriormente com inundação até a fase de colheita.

AGLIBUT et alii (1962), em estudos efetuados nas Filipinas com a finalidade de determinar a influência da drenagem antes e após o florescimento sobre o rendimento e nos componentes de produção, em duas cultivares de arroz Milfor 6-2 e Peta, concluíram que a produção de grãos proporcionada pelos tratamentos em solos drenados mais cedo foi idêntica aquela obtida nos tratamentos que sofreram drenagem 2 semanas antes da colheita. Ainda com base nos resultados obtidos, os autores afirmam que a drenagem do solo 20 ou mais dias antes da colheita não afetaria significativamente o rendimento de grãos, economizando água e mão-de-obra. Com relação ao rendimento de engenho dos grãos também não foi constatado influência dos diferentes manejos de água empregados.

ENYI (1965), na Nigéria, comparando o efeito de diferentes épocas de inundação e drenagem do solo em relação aos diversos parâmetros da cultura do arroz irrigado, verificou que o peso de matéria verde, número de panículas e a produção de grãos foram maiores nas parcelas em que o solo foi mantido permanentemente inundado e naqueles, onde a inundação, iniciada 4 semanas após o transplante permaneceu por 28 dias. Para as condições em que o trabalho foi desenvolvido, o autor estabelece que o período crítico para o início da inundação do solo em relação a variedade estudada correspondeu a um período que vai da 4ª a 8ª semana após o transplante.

PATRICK et alii (1967), em Louisiana, Estados Unidos, procurando comparar o efeito entre as modalidades de irriga

ção contínua e intermitente, com ou sem adubação nitrogenada, para avaliar o efeito sobre o crescimento e produção da planta arroz, realizaram uma série de experimentos por períodos que variaram de 2 a 4 anos. Os tratamentos testados entre outros, foram da submersão contínua e da drenagem periódica do solo, efetuada uma, duas ou três vezes em todo o ciclo da cultura, durante cada vez de 7 a 10 dias. Após a análise dos resultados os autores concluíram que a modalidade intermitente em solos deficientes de nitrogênio proporcionou um decréscimo de produção do arroz e nos teores de nitrogênio do solo. Essa diminuição na produção de arroz foi atribuída a perda de nitrogênio em consequência das drenagens. Todavia, nos tratamentos em que os solos se apresentaram com níveis razoáveis de matéria orgânica realmente decomposta, a drenagem realizada uma ou duas vezes, proporcionou rendimentos superiores à submersão contínua, devido a remoção do excesso de nitrogênio existente nos solos estudados.

Estudos realizados por DASTANE et alii (1967), em Nova Delhi, Índia, a partir de 3 experimentos visando determinar a influência do manejo de água em arroz irrigado, onde foram considera períodos de irrigação, estágios críticos em relação a necessidade de umidade, durante o crescimento das plantas e avaliação das perdas por percolação, induziram os autores a concluir que, para um melhor rendimento, o arroz deveria ser irrigado com uma lâmina de água de até 4 cm de altura, do transplante até a floração completa. Afirmam ainda os autores que a submersão do solo é de vital importância, especialmente nos estágios de cres

cimento correspondentes ao início do perfilhamento a diferenciação do primórdio floral, e que a drenagem intermitente será vantajosa somente em solos moderadamente ou bem drenados, entretanto economicamente tal prática será sempre desejável.

O International Rice Research Institute - IRRI, nas Filipinas, conduziu um experimento onde foi testado a influência de 8 práticas de manejo na produção de grãos da cultivar IR-8. Os tratamentos estudados foram os seguintes:

1) Irrigação por inundação contínua com uma lâmina de água de 7,5 cm de espessura.

2) Irrigação por inundação contínua com uma lâmina de água de 2,5 cm de espessura.

3) Irrigação por inundação contínua com uma lâmina de água de 7,5 cm de espessura até o perfilhamento, do perfilhamento a maturação, solo apenas saturado.

4) Solo saturado com uma lâmina de água de 1 cm de espessura até a fase da diferenciação do primórdio floral, e inundação contínua com uma lâmina de água de 7,5 cm de espessura.

5) Irrigação por inundação contínua com uma lâmina de água de 15 cm de espessura até o perfilhamento, seguida de uma drenagem durante 8 dias até o máximo do perfilhamento, e depois a volta da mesma irrigação contínua até a maturação.

6) Solo saturado com uma lâmina de água com 1 cm de espessura.

7) Irrigação contínua com uma lâmina de água de 15 cm de espessura.

8) Mesma prática do tratamento 5 com o acréscimo de 8 dias de drenagem na diferenciação do primórdio floral.

Os resultados obtidos com esta pesquisa estão relatados no ANNUAL REPORT (1968), e revelam que os melhores rendimentos foram proporcionados pelos tratamentos que empregaram a inundação contínua durante todo o ciclo da cultura.

Este resultado também foi confirmado pelo ANNUAL REPORT (1969), do mesmo instituto de pesquisa, através de outro ensaio, em que se estudou o comportamento da cultura do arroz, quando a tensão da água no solo fosse de 50 centíbarés, em diferentes subperíodos de desenvolvimento da planta. Nos subperíodos do desenvolvimento em que a cultura não foi submetida a deficiência de umidade, foi feita a irrigação contínua com uma lâmina de água de 2,5 cm de espessura. Ainda com base nos resultados obtidos no referido experimento, pode-se afirmar que quanto maior o período de escassez de água nas fases iniciais da planta, maiores serão os reflexos negativos na produção.

PANDE e MITTRA (1970), na Índia, estudando a influência do manejo de água e níveis de fertilidade do solo na cultura do arroz irrigado quanto ao rendimento e absorção de nutrien

tes, concluíram que a produção de grãos obtidos sob condições de inundação do solo foi inferior àquela encontrada quando o solo estava apenas saturado. Em relação a absorção de nutrientes, os autores observaram que os conteúdos de fósforo, ferro e silício no grão aumentaram com a submersão, enquanto que o de manganês diminuiu.

Ainda na Índia, em Jabalpur, GORANTIWAR e JAGGI (1972), ao estudarem a influência das diferentes práticas de manejo de água sobre 3 variedades de arroz, concluíram que as plantas desenvolvidas em solos com a tensão de umidade correspondentes a 0,7, 0,3 e 0 atm apresentaram menor rendimento, bem como menor: número de perfilhos, tamanho de panículas e peso de mil grãos, do que aquelas desenvolvidas em solos submersos. Os autores ressaltam que as maiores produções proporcionadas pelas plantas em condições de inundação, podem ser atribuídas a um aumento na disponibilidade de fósforo e nitrogênio.

DREYER (1972) relatando os resultados obtidos na Estação Experimental do Arroz de Cachoeirinha, Rio Grande do Sul, com relação a análise de 4 sistemas de irrigação e levando em conta os respectivos rendimentos, concluiu que o sistema de irrigação contínua, além de apresentar a maior produção, ainda controlou melhor as plantas daninhas e permitiu uma maior regularidade na maturação.

GUIMARÃES (1973) recomenda para as condições ecológicas do Vale do Rio Paraíba, São Paulo o seguinte manejo da irrigação intermitente, considerando variedades de 15 folhas:

- A irrigação deve ser iniciada assim que o arroz apresentar 2 folhas, submergindo-as quase totalmente com uma camada de água de 10cm de espessura, que deverá ser circulante e permanecer por um período de dias variáveis até a planta completar 9,5 folhas.

- Após este estágio a cultura será drenada, baixando-se o mais possível o lençol freático através do esvaziamento dos drenos. Esta drenagem deverá durar de 9,5 a 12,0 folhas. Deve-se estar atento para não ultrapassar as 12,0 folhas.

- Ao atingir as 12,0 folhas a cultura será reinundada e cessada a irrigação tão logo a superfície do solo esteja coberta por uma fina camada de água. Neste momento procede-se uma adubação nitrogenada em cobertura, a lanço, na base de 100 kg/ha de uréia. Assim que o solo começar a aparecer devido a perda de água por infiltração e evapotranspiração deve-se inundá-lo para restabelecer os 10 cm iniciais de água circulante.

- Quando a cultura apresentar as panículas com 2/3 de maturação deve-se proceder a drenagem final fazendo-se a abertura nas taipas dos tabuleiros e nas represas dos drenos.

RAJALE e PRASAD (1975) ao estudarem a influência da irrigação contínua e intermitente em relação a produção de grãos e os componentes de rendimento, constataram que no primeiro método houve um aumento significativo do rendimento, número de panículas e espiguetas por panícula e peso de mil grãos.

Pela análise das conclusões dos diferentes trabalhos consultados, constatamos, algumas vezes divergências quanto a comportamento da cultura do arroz irrigado submetido a diferentes manejos de água. Todavia podemos concluir que o sistema de irrigação contínua e intermitente são bastante difundidos nas principais regiões produtoras de arroz do mundo, e a adoção de um dos métodos vai depender das peculiaridades apresentadas por cada região onde a cultura será implantada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para o alcance dos objetivos propostos, foi conduzido um ensaio de campo na várzea do Rio Guamã, área experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, em Belém, Estado do Pará, no período de junho a outubro de 1983.

A área geográfica onde se desenvolveu este estudo localiza-se na região fisiográfica do Estuário do Rio Amazonas, a $1^{\circ} 28'$ de latitude Sul e $48^{\circ} 27'$ de longitude Oeste de Greenwich e a uma altitude de aproximadamente 24m (Figura 1).

3.2. DESCRIÇÃO DO TIPO DE CLIMA

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, pertence ao tipo Afi (Figura 2) tropical chuvoso, sem es

FIG. 2 - Amazônia brasileira, tipos climáticos segundo Köppen.

tação fria, com temperatura do mês menos quente acima de 18°C . Não apresenta período seco, exibindo em todos os meses, totais de chuvas superiores a 60mm (Bastos, 1982). Embora as chuvas sejam relativamente abundantes durante a maior parte do ano, no período de estiagem são observados semanalmente e quinçidialmente a ocorrência de totais pluviométricos nulos ou reduzidos, (Tabelas 1 e 2) insuficientes para satisfazer a evapotranspiração potencial (Figura 3).

A tabela 3 apresenta os valores médios das principais variáveis climáticas correspondentes ao período de 1967 a 1983, enquanto que a tabela 4 contém os valores quinçidiais, referentes ao período de condução do experimento.

3.3. DESCRIÇÃO DO TIPO DE SOLO

O solo do local é classificado, como Gleí Pouco Húmido, cujas características físico-químicas são mostradas na tabela 5. Esta classe, compreende solos minerais hidromórficos pouco desenvolvidos, imperfeitamente a mal drenados.

Apresenta uma sequência de horizontes A, Cg ou com matizes e valores bastante variáveis e cromas geralmente baixos. Os valores de silte elevados confirmam a pouca evolução sofrida por estes solos, que são de textura predominantemente siltosa. São originados de uma mescla de materiais recentes do holoceno conduzidos em suspensão aquosa, e as variações frequentes do regime hídrico condicionam a oscilação do lençol freático e/ou sua per

TABELA 1 - Precipitação média (PM), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), assimetria e ocorrência máxima de precipitação a diferentes níveis de probabilidade para períodos de sete dias (1967-1983), em Belém, PA

Mês	Sema na	PM (mm)	DP	CV	Assi- metria	Valor máximo de precipitação es- perada (mm)				
						5%	25%	50%	75%	95%
Janeiro	01	70	39	56	1,9	2	50	59	89	194
	02	74	43	58	0,4	8	49	63	122	144
	03	87	52	60	1,6	26	49	77	121	237
	04	86	40	46	0,4	26	50	92	109	162
Fevereiro	-05	86	40	47	0,4	30	57	78	115	106
	06	114	50	44	0,5	41	71	108	145	214
	07	100	41	41	1,6	40	79	90	120	221
	-08	99	30	31	0,1	44	77	87	124	154
Março	09	114	50	44	0,0	39	60	124	154	198
	10	86	40	46	0,9	31	61	79	111	185
	11	86	42	50	0,9	12	59	72	112	192
	12	98	55	56	1,1	28	59	86	118	216
Abril	-13	93	31	33	0,4	48	66	86	122	150
	14	70	42	60	0,4	8	36	54	109	155
	15	94	33	35	-0,3	36	71	101	120	150
	16	79	46	58	0,6	25	45	66	119	172
Maio	-17	91	54	60	1,0	32	51	75	122	204
	18	91	39	43	0,8	34	64	89	114	178
	19	80	49	62	0,7	16	38	67	122	177
	20	82	39	47	0,6	19	51	72	115	169
Junho	21	46	16	36	0,5	18	34	46	54	83
	-22	47	33	70	0,6	5	23	31	82	101
	23	39	29	74	1,5	6	20	32	50	116
	24	37	28	76	1,2	1	13	34	53	113
Julho	25	27	21	77	1,8	1	15	21	37	89
	-26	38	32	88	1,8	0	19	31	45	132
	27	45	34	77	0,6	3	14	37	73	124
	28	45	34	76	1,8	6	26	36	57	145
Agosto	29	31	24	77	0,6	2	10	34	50	79
	-30	31	22	69	0,8	4	15	29	49	82
	31	27	18	89	0,2	5	8	29	42	57
	32	27	29	109	2,5	0	11	18	31	122
Setembro	33	37	34	93	1,8	4	10	26	58	139
	34	37	25	67	0,6	2	15	36	54	96
	-35	31	18	59	0,3	2	15	34	39	65
	36	38	23	60	0,7	8	18	31	55	87
Outubro	37	28	18	66	0,8	0	12	26	39	75
	38	32	24	77	1,3	1	18	28	43	101
	-39	31	15	47	-0,1	9	17	34	42	58
	40	25	19	78	0,8	0	10	25	35	64
Novembro	41	22	23	104	1,9	0	8	16	32	91
	42	23	19	81	0,9	2	8	20	35	60
	43	31	27	89	1,1	0	9	25	43	99
	44	23	35	155	3,2	0	6	12	23	150
Dezembro	45	26	36	138	2,1	0	4	10	32	122
	46	30	29	98	1,6	0	13	19	32	101
	-47	19	20	102	1,5	0	4	13	31	73
	48	30	31	104	1,1	0	5	16	53	104
	49	33	29	88	1,2	0	10	26	52	110
	50	36	35	96	1,7	1	13	28	46	120
	51	46	40	86	0,9	1	18	26	81	132
	52	71	28	39	1,3	41	47	70	81	145

FONTE: Bastos et alii, 1986.

TABELA 2 - Precipitação média (PM), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), assimetria e ocorrência máxima de precipitação a diferentes níveis de probabilidade para períodos de cinco dias (Quinqüídio) (1967-1983), em Belém, PA

Mês	Quinqüídio	PM (mm)	DP	CV (%)	Assi- metria	Valor máximo de precipitação esperada (mm)				
						5%	25%	50%	75%	95%
Janeiro	1	41	31	76	1,9	2	22	39	53	140
	2	62	34	56	1,3	8	44	52	83	158
	3	55	44	79	2,3	4	26	49	65	198
	4	66	46	70	2,0	12	38	56	82	210
	5	66	40	60	0,8	16	34	52	98	150
	6	51	24	47	0,8	19	29	57	64	114
Fevereiro	1	64	33	52	0,0	2	42	58	93	122
	2	76	36	48	0,8	21	54	67	96	160
	3	82	47	58	3,4	46	57	76	79	254
	4	71	34	47	1,6	31	51	58	91	168
	5	68	30	44	0,7	27	45	61	83	128
	6	77	32	42	0,3	13	56	67	104	136
Março	1	76	44	58	0,6	7	42	75	92	164
	2	62	33	52	0,9	22	35	55	83	140
	3	66	41	62	0,7	9	39	53	100	146
	4	63	48	76	0,8	3	24	56	87	161
	5	65	36	56	1,0	16	40	58	87	155
	6	72	26	36	0,5	37	46	68	86	123
Abril	1	55	39	70	0,6	4	24	39	92	132
	2	50	23	47	0,6	9	32	47	65	105
	3	70	33	47	0,0	18	44	66	96	122
	4	60	37	61	1,2	20	30	55	76	143
	5	58	32	54	1,0	21	31	51	79	136
	6	68	41	61	1,2	25	36	61	81	152
Maio	1	68	34	50	1,0	27	39	60	90	150
	2	52	41	78	0,7	7	16	38	92	130
	3	59	24	40	-0,3	13	47	61	73	103
	4	58	31	53	0,4	13	34	55	88	116
	5	33	17	53	1,2	2	23	29	38	78
	6	30	16	53	-0,3	0,7	16	31	41	53
Junho	1	34	27	81	0,6	2	11	21	62	84
	2	31	26	85	2,0	5	12	27	39	112
	3	29	19	67	0,5	1	13	30	42	72
	4	20	17	85	1,9	0	6	20	24	72
	5	20	16	82	2,2	1	11	13	26	71
	6	25	26	104	1,4	0	5	16	38	90

TABELA 2 - Continuação

Mês	Quinquídio	PM (mm)	DP	CV (%)	Assi- metria	Valor máximo de precipitação esperada (mm)				
						5%	25%	50%	75%	95%
Julho	1	31	22	72	0,4	4	9	25	53	71
	2	34	33	99	1,4	0	8	20	54	124
	3	33	28	84	2,4	4	13	32	42	128
	4	25	15	81	-0,1	0	15	24	40	46
	5	20	16	80	1,0	0	6	17	30	60
	6	22	20	90	1,2	0	8	18	28	65
Agosto	1	21	18	84	0,6	0	6	14	36	54
	2	13	12	89	1,0	0	4	9	22	39
	3	23	28	121	2,5	1	8	14	30	111
	4	25	22	87	1,1	0	6	22	38	78
	5	33	30	93	1,1	1	10	24	56	105
	6	16	11	67	1,0	0	18	13	25	45
Setembro	1	27	18	66	0,6	0	14	26	37	65
	2	28	19	68	1,1	8	12	24	42	73
	3	19	18	94	2,9	1	8	17	23	81
	4	27	19	69	1,1	2	14	24	34	69
	5	21	14	67	0,1	0	11	18	34	42
	6	25	15	61	0,5	1	12	25	32	58
Outubro	1	16	9	57	-0,3	0	10	17	23	28
	2	19	16	87	1,1	0	7	16	29	61
	3	16	22	136	2,9	0	5	10	17	90
	4	17	17	96	0,9	0	3	13	17	90
	5	19	14	72	0,2	2	6	21	34	45
	6	21	20	92	1,0	0	5	19	32	66
Novembro	1	14	25	177	3,2	0	1	8	12	103
	2	20	20	99	0,9	0	3	13	38	64
	3	17	24	138	1,8	0	2	9	24	76
	4	18	14	76	0,7	0	5	18	28	51
	5	20	23	113	1,3	0	1	14	33	74
	6	16	16	102	0,8	0	1	9	26	47
Dezembro	1	14	14	93	0,6	0	2	10	24	40
	2	23	26	114	1,8	0	3	13	40	100
	3	26	25	98	1,6	1	7	21	41	98
	4	31	32	103	1,3	0	11	20	43	118
	5	34	35	104	1,0	0	8	14	62	110
	6	42	21	49	0,5	9	27	40	58	87

FONTE: Bastos et alii, 1986.

FIG. 3 Balanço hídrico pelo método de Thornthwaite-Mather 1955 com retenção hídrica de 50mm, período 1967 a 1983 Belém-Pará.

TABELA 3 - DADOS DA ESTAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA DO CPATU-BELÉM-PARÁ NO PERÍODO DE 1967/83

MESES	Temperatura do ar (°C)				Unidade relati- va (%)	Vento		insola- ção (horas)	Evapora- ção (Fiche) (mm)	Precipi- tação (mm)	Nebulosi- dade 0-10	Pressão atmos- férica (mb)
						Direção	Vel. m/s					
	Média Comp.	Média Máxima absol.	Média Mínima absol.									
JAN.	25,9	31,0	22,7	21,3	87,5	NE	1,5	146,7	56,1	357,8	6,8	1.009,4
FEV.	25,7	30,6	22,7	21,6	89,0	NE	1,5	109,4	43,3	412,2	7,2	1.009,7
MAR.	25,8	30,7	22,9	21,7	89,8	NE	1,5	119,5	47,2	421,8	7,2	1.009,8
ABR.	26,1	31,2	23,1	22,0	89,3	NE	1,4	143,6	48,6	361,0	6,9	1.009,8
MAYO	26,3	31,7	23,0	22,0	85,0	SE	1,5	144,3	56,7	304,8	6,3	1.010,3
JUN.	26,3	31,8	22,7	21,6	83,2	SE	1,8	235,5	71,7	159,4	5,4	1.011,0
JUL.	26,1	31,8	22,4	21,3	81,7	SE	2,0	262,4	81,0	168,7	4,9	1.011,7
AGO.	26,3	32,2	22,4	21,4	81,5	NE	2,2	268,0	89,7	135,3	5,2	1.011,1
SET.	26,4	32,2	22,4	21,2	81,6	NE	2,2	237,2	82,8	140,6	5,3	1.010,8
OUT.	26,7	32,4	22,4	21,3	81,0	NE	2,4	243,4	94,1	110,6	5,5	1.010,0
NOV.	26,8	32,6	22,6	21,3	79,0	NE	2,5	219,7	95,1	107,2	5,8	1.009,2
DEZ.	26,6	32,2	22,7	21,5	82,9	NE	2,1	190,8	78,2	198,8	6,3	1.009,2
SOMA								2.370,5	844,5	2.878,2		
MEDIA	26,6	31,7	22,7	21,5	84,1	NE	1,9				6,1	1.010,2

FONTE: Boletim Agrometeorológico - EMBRAPA-CPATU - Belém-PA.

TABELA 4 - VALORES QUINQUIDIAIS: MÉDIAS DA TEMPERATURA MÁXIMA, TEMPERATURA MÉDIA COMPENSADA, TEMPERATURA MÉDIA DIÁURNA, TEMPERATURA MINIMA, TEMPERATURA MÉDIA DO PONTO DE ORVALHO, UNIDADE RELATIVA, RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL E VENTO. TOTAL DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE EVAPORAÇÃO DO TAQUE CLASSE A, E DE INSOLAÇÃO DURANTE A REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO EM BELÉM-PA.

Mês	Quinquídio	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)	Precipitação pluviométrica (mm)	Evaporação (mm)	Radiação solar global Cal/cm ² (horas)	Vento /s
		Máxima	Média Compensada	Média Mínima diurna					
Junho	1	32,7	27,1	28,7	80	6,4	19,5	478,7	47,8
	2	32,6	27,3	28,5	81	11,9	18,1	454,5	47,3
	3	32,8	27,1	28,2	84	21,9	14,7	436,2	38,3
	4	31,8	26,5	27,9	84	18,0	17,3	421,3	41,1
	5	32,2	26,4	27,9	83	34,2	14,4	439,5	39,8
	6	32,5	26,7	28,2	81	32,6	16,0	447,2	42,1
Julho	1	32,0	26,6	27,6	82	2,1	10,6	436,8	41,7
	2	31,9	26,3	27,7	82	18,5	15,8	441,0	44,4
	3	32,2	26,0	27,4	85	70,2	10,8	440,1	40,5
	4	32,1	26,7	27,9	82	15,1	16,3	437,0	43,8
	5	32,0	26,2	27,8	84	29,7	14,0	458,1	44,8
	6	32,0	22,3	28,2	79	20,2	24,3	474,6	55,0
Agosto	1	32,0	26,7	28,1	80	5,2	19,9	443,4	40,0
	2	32,3	26,4	27,5	85	29,6	12,0	442,2	36,2
	3	32,9	26,4	28,2	81	1,9	23,1	474,2	40,2
	4	32,5	26,6	27,8	85	42,1	10,8	431,4	35,8
	5	32,6	26,9	28,2	84	25,0	19,6	443,4	37,4
	6	31,8	26,4	27,7	84	40,1	18,9	447,9	45,8
Setembro	1	32,6	26,9	28,2	80	0,3	20,6	467,5	42,4
	2	32,3	26,7	27,6	83	18,9	15,0	451,8	36,5
	3	32,3	26,6	27,9	81	43,5	15,1	453,8	45,2
	4	32,3	26,9	28,3	79	0,6	21,2	470,2	41,0
	5	32,5	26,8	27,9	81	6,0	13,9	397,5	33,4
	6	32,2	26,6	27,9	81	13,7	17,7	422,1	36,1
Outubro	1	32,4	26,7	28,2	80	17,6	14,1	454,9	40,4
	2	32,6	26,7	28,0	83	84,5	13,4	477,9	41,3
	3	32,4	26,7	27,8	78	9,8	22,5	472,2	44,3
	4	32,1	26,9	28,1	78	0,7	20,5	428,8	35,0
	5	32,4	26,8	28,1	76	2,0	22,1	474,5	41,7
	6	32,1	26,6	27,5	82	9,2	18,2	392,9	28,5

FONTE: Boletim Agrometeorológico, EMBRAPA-CPATU, Belém-PA, 1983.

TABELA 5 - Características Físicas e Químicas do Solo

Profundidade (cm)	Granulometria										Grau de flo- culação	Macro po- rosidade	Micro po- rosidade	g/cm		Conteúdo de θ ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) em diferentes potenciais de água do solo (bar)							
	Areia					Argila								Densida- de apa- rente	Densida- de real	0,06	0,1	0,3	1,0	3,0	5	10	15
	Grossa	Fina	limo	Total	Natural	Total	Argila	Argila															
									Porosi- dade total														
0 - 10	4	3	69	24	13	46	63,2	14,6	48,6	0,95	2,47	48,5	47,9	45,9	40,2	21,00	13,15	14,48	16,92				
10 - 20	-	1	72	27	21	22	49,0	7,0	42,0	1,39	2,61	42,5	41,5	39,7	37,6	30,40	29,50	28,27	16,63				
20 - 30	-	2	72	26	24	8	45,5	4,0	41,5	1,50	2,67	41,6	41,2	40,5	38,5	33,04	30,20	27,36	18,90				
30 - 40	-	3	69	28	25	11	50,8	9,0	41,8	1,41	2,55	41,9	41,2	39,5	37,1	31,40	28,79	26,70	19,37				
40 - 50	-	8	65	27	22	18	52,0	11,0	41,0	1,38	2,61	41,1	40,5	38,4	35,5	29,49	26,66	24,53	17,82				
50 - 60	-	11	59	30	24	20	51,0	9,7	41,3	1,40	2,70	41,4	40,7	38,3	35,0	30,01	27,66	24,42	18,72				
60 - 70	-	12	63	25	23	8	52,0	11,0	41,0	1,35	2,67	40,9	40,1	37,7	34,1	27,06	24,48	20,04	18,57				
70 - 80	-	12	64	24	19	21	50,3	9,3	41,5	1,39	2,63	41,5	40,8	38,5	34,6	27,83	24,45	22,70	18,90				
80 - 90	-	11	63	26	23	11	51,7	11,3	40,3	1,35	2,81	40,3	39,5	37,1	32,4	27,96	25,06	17,50	18,90				
90 - 100	-	9	62	29	23	21	45,7	2,8	43,0	1,34	2,65	43,1	41,9	40,1	36,5	29,31	26,13	19,64	13,56				
100 - 110	-	8	62	30	23	23	46,5	2,0	34,5	1,30	2,65	41,6	43,5	41,3	37,3	27,37	24,70	16,63	17,38				

Profundidade (cm)	mg/100g										pH	C/N					
												H ₂ O	T	V	C	M.O	N
	Ca++	Mg++	K+	Na+	H+	Al+++	S	Cl-	P ₂ O ₅								
0 - 10	1,71	2,61	0,3	0,22	7,62	3,60	4,85	16,05	3,9	3,2	3,9	16,05	3,9	2,68	4,60	0,17	16
10 - 20	1,46	5,32	0,14	0,23	5,35	1,60	7,10	12,05	5,0	3,4	5,0	12,05	5,0	0,33	0,57	0,16	5
20 - 30	1,16	6,45	0,08	0,42	2,65	1,80	8,03	12,54	5,1	3,4	5,1	12,54	5,1	0,21	0,36	0,07	3
30 - 40	1,04	7,68	0,08	0,54	2,29	2,00	8,74	13,05	5,1	3,4	5,1	13,05	5,1	0,23	0,17	0,29	3
40 - 50	0,99	7,57	0,17	0,70	2,92	1,20	9,43	13,55	5,1	3,5	5,1	13,55	5,1	0,17	0,04	0,07	1
50 - 60	1,00	7,57	0,09	0,66	1,97	1,00	9,32	12,29	5,3	3,6	5,3	12,29	5,3	0,06	0,08	0,14	2
60 - 70	0,91	7,22	0,08	0,66	1,47	1,00	8,87	11,54	5,4	3,6	5,4	11,54	5,4	0,17	0,00	0,00	0
70 - 80	0,91	7,47	0,08	0,70	1,51	0,80	9,16	11,47	5,3	3,6	5,3	11,47	5,3	0,17	0,08	0,14	3
80 - 90	0,94	7,71	0,08	0,72	1,67	0,80	9,44	11,91	5,4	3,7	5,4	11,91	5,4	0,06	0,14	0,07	1
90 - 100	1,04	8,33	0,08	0,83	2,03	0,80	10,54	13,14	5,2	3,5	5,2	13,14	5,2	0,17	0,08	0,14	3
100 - 110	1,02	8,66	0,09	1,05	1,58	0,40	10,26	12,24	5,8	4,5	5,8	12,24	5,8	0,00	0,00	0,03	0

manência temporária próximo à superfície impedem o seu desenvolvimento (EMBRAPA-SNLCS, 1981).

Ocupam áreas de relevo plano ao longo das planícies aluviais em posição de diques marginais e/ou ao longo da planície de inundação propriamente dita às margens dos principais sistemas de drenagem existentes na área, podendo ser álicos distróficos e/ou eutróficos.

Como característica diferencial desta classe de solos, tem-se a intensa oxidação-redução sofrida por eles por causa da variação do lençol freático, que condiciona a formação de horizontes gleizados em profundidade.

3.3.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E ANALÍTICA

CLASSIFICAÇÃO - GLEI POUCO HÚMICO tb textura silteosa fase floresta equatorial perenifolia de várzea, relevo plano de várzea.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Área experimental do CPATU a margem direita do rio Guamã. Belém-PA.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira aberta em relevo plano sob cobertura vegetal constituída de:

LITOLOGIA - Sedimentos fluviais

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Holoceno

CRONOLOGIA - Quaternário

MATERIAL ORIGINÁRIO - Desenvolvido a partir de se
dimentos argilo-siltosos.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Plano de várzea

RELEVO REGIONAL - Plano de várzea

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta equatorial perenifo
lia de várzea

USO ATUAL - Cultura de arroz irrigado por inunda
ção

CLIMA - Afi

Ap - 0 - 8cm, cinzento escuro (2,5Y N4/), mosqueado comum pe
queno e distinto bruno amarelado (10 YR 5/6), fran
co siltoso; moderada, pequena blocos subangulares;
firme, plástico e ligeiramente pegajoso; transição
plana e difusa.

A3g - 8 - 17cm, cinzento esverdeado (10 BG 5/1), mosqueado co
mum, pequeno e distinto bruno forte (7,5 YR 5/6);
franco siltoso; sem estrutura definida, firme plástico
e pegajoso; transição plana e difusa.

C1g - 17 - 40cm, cinzento (2,5Y_N5/), mosqueado comum, pequeno e distinto bruno amarelado (10 YR 5/6); franco argilo siltoso; maciça; firme, muito plástica e pegajoso; transição plana e difusa.

C2g - 40 - 85cm, cinzento (2,5Y_N6/), mosqueado muito, pequeno e médio distinto bruno amarelado (10 YR 5/6), muito pequeno e médio distinto bruno-forte (7,5 YR 5/6), pouco, pequeno e proeminente vermelho amarelado (5 YR 4/6); franco siltoso; maciça; firme, muito plástica e muito pegajoso; transição plana e difusa.

C3g - 85 - 150⁺ cm, cinzento (2,5 Y N6/), mosqueado comum grande e distinto bruno amarelado (10 YR 5/6), pouco, pequeno e distinto bruno amarelado escuro (10 YR 4/4), franco siltoso; maciça; firme, muito plástico e muito pegajoso.

RAÍZES - Fasciculadas (finas e médias) abundante no Ap, muita no A3g e C1g, poucas no C2g.

3.4. INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

3.4.1. PREPARO DO SOLO E PLANTIO

Na área, foi feito um levantamento planialtimétrico, com o objetivo de se atender melhor a instalação de toda a infra

estrutura de irrigação e drenagem da área experimental (Figura 4).

De acordo com o levantamento topográfico foram construídos tabuleiros de 10,0mx10,0m nivelados individualmente.

As parcelas foram separadas por taipas de 1,60 m de largura na base por 0,60m de altura devidamente compactados para evitar infiltrações laterais.

O sistema de abastecimento foi feito através do bombeamento de água para um canal principal de irrigação, que posteriormente a distribuía para cada tabuleiro através de dois canais secundários.

O sistema de drenagem foi construído entre os diques dos tabuleiros, com drenos de profundidade e declividade adequado a retirada da água.

O preparo do solo foi mecanizado com microtrator acoplado com roda de ferro e enxada rotativa para melhor trabalhar nos tabuleiros inundados.

Para o controle das plantas daninhas aplicou-se o herbicida à base de Butachlor na dosagem de 2.400 g ia./ha.

A semeadura foi feita no dia 17/06/1983 empregando-se 80 sementes por metro linear da cultivar Apura, no espaçamento de 0,25cm entre linhas, utilizando-se parcelas de 10,0m x 10,0m e área útil de 3,0m x 3,0m. Não houve adubação devido a fertilidade natural do solo de várzea.

FIG. 4 - Planta baixa de distribuição do sistema de irrigação e drenagem do área e esquema de campo do experimento.

3.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

3.5.1. MODELO ESTATÍSTICO

O delineamento empregado foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições.

O modelo matemático utilizado para blocos casualizados é:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = é a observação do tratamento i na repetição j .

u = média geral.

T_i = é o efeito do tratamento i ($i=1,2,3,4,5$).

B_j = é o efeito da repetição j ($j=1,2,3,4$).

E_{ij} = é o erro experimental associado ao tratamento i na repetição j .

3.5.2. TRATAMENTOS UTILIZADOS

Os tratamentos estudados foram os seguintes:

1. T_1 - Irrigação por inundação contínua com lâmina de 15cm de espessura.

2. T_2 - Irrigação por inundação com lâmina de 15cm de espessura e drenagem de 15 dias, aos 40 dias após a germinação.
3. T_3 - Irrigação por inundação intermitente com lâmina máxima de 15cm de espessura e reposição da água a cada 7 dias.
4. T_4 - Irrigação por inundação intermitente com lâmina máxima de 15cm de espessura e reposição d'água a cada 15 dias.
5. T_5 - Sem irrigação.

O Tratamento T_5 foi considerado como testemunha.

Nas parcelas dos Tratamentos T_2 e T_5 foram instalados piezômetros, com a finalidade de estudar as oscilações do lençol freático e sua contribuição no suprimento de água para a cultura.

O controle da espessura da lâmina de água de irrigação foi feito através de uma régua graduada em centímetro colocada em cada tabuleiro. Após a emergência das plântulas os tratamentos com irrigação receberam uma lâmina d'água inicial de 5 cm, sendo gradualmente aumentada até atingir a altura de 15cm, 21 dias depois, e permanecendo constante ou variando de acordo com cada tratamento até a drenagem no final do ciclo da cultura.

A retirada de água dos tratamentos com irrigação foi feita quando a cultura apresentou completa maturação dos grãos, correspondendo a uma semana antes da colheita.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância.

3.6. CARACTERÍSTICAS ESTUDADAS

Neste trabalho estudou-se o efeito de diferentes tratamentos de irrigação por inundação sobre a produção de grãos, bem como sobre os seus principais componentes e outros parâmetros fenológicos tais como: altura da planta, número de perfilhos / planta e número de panículas/planta, número de espiguetas/planta e número de grãos cheios/panículas e peso de 1.000 grãos.

3.7. AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS

3.7.1. PRODUÇÃO DE GRÃOS

Após a colheita, a produção de grãos foi expressa em kg/ha, a 13% de umidade base úmida. A umidade foi determinada pelo aparelho ELOTEST 777, no Laboratório de Sementes do CPATU.

Na correção de umidade a 13% empregou-se a fórmula:

$$PA_{(13\%)} = \frac{100 - U}{87} \times P$$

Onde:

PA = Peso corrigido

U = Umidade dos grãos no momento de pesagem

P = Peso dos grãos da área útil da parcela

3.7.2. ALTURA DE PLANTA

A altura de planta foi obtida por ocasião da colheita pela média de 5 plantas competitivas na área útil da parcela, medida do nível do solo até a extremidade da panícula do perfilho mais alto.

3.7.3. NÚMERO DE PERFILHOS/PLANTA E NÚMERO DE PANÍCULAS /PLANTA

Esses dois parâmetros foram obtidos das mesmas plantas utilizadas para obter a altura, nas áreas úteis das parcelas, de todos os tratamentos. A fertilidade de perfilhos, apresentada em %, foi determinada pela relação entre o número de panículas /planta e, o número de perfilhos/planta.

3.7.4. NÚMERO DE ESPIGUETAS/PANÍCULAS E NÚMERO DE GRÃOS CHEIOS/PANÍCULAS

Essas duas características foram determinadas também considerando as plantas do item 3.7.3. O número de espiguetas/panícula foi obtido pelo total dos grãos cheios e fanados. A fertilidade de espiguetas, apresentada em % resultou da relação entre o número de grãos cheios/panícula e o número de espiguetas/panícula.

3.7.5. PESO MÉDIO DE 1.000 GRÃOS

Esse parâmetro foi determinado, em laboratório, com o auxílio de uma balança de precisão OWALABOR. Foram selecionadas 4 amostras de 100 grãos com casca e umidade corrigida a 13%, tomadas de cada conjunto de grãos cheios das panículas/planta.

Posteriormente esse resultado foi transformado para peso de 1.000 grãos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colheita do arroz foi feita manualmente no dia 28 de outubro de 1983.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos a análise de variância e teste F ao nível de 5% de probabilidade (Gomes, 1977).

A Tabela 6 apresenta as médias dos rendimentos dos grãos e dos principais componentes de produção acompanhados do coeficiente de variação. A análise de variância sobre os dados obtidos indica que não houve efeito significativo em relação aos tratamentos, evidenciando que os diferentes manejos de água no ensaio não foram estatisticamente distintos. Provavelmente, isto ocorreu devido as condições edafoclimáticas das várzeas do Rio Guamã serem favoráveis a cultura do arroz durante o período em que foi realizado o experimento. De acordo com as observações fornecidas pelos piezômetros colocados nas parcelas com os tratamentos sem irrigação (T_5) e com a drenagem intermediária (T_2), o len

TABELA 6 - Valores Médios: Produtividade, altura de plantas, número de panículas/planta, número de perfilhos/planta, % de fertilidade de perfilhos, número de grãos cheios/panícula, número de espiguetas/panícula, % de fertilidade de espiguetas e peso de 1.000 grãos.

Tratamentos	Produtividade (kg/ha)	Altura de plantas (cm)	Número de panículas/planta	Número de perfilhos/planta	Fertilidade de perfilhos (%)	Número de espiguetas/panícula	Fertilidade de espiguetas (%)	Peso de 1.000 grãos (g)
1 - Irrigação por inundação permanente com lâmina de água de 15cm de espessura.	3.571	116,85	6,20	7,45	82,60	63,64	67,99	32,09
2 - Irrigação por inundação com lâmina de 15cm de espessura e drenagem de 15 dias aos 40 dias após a germinação.	3.901	119,40	7,56	9,75	77,28	61,99	66,55	32,37
3 - Irrigação por inundação intermitente com lâmina máxima de 15cm de espessura e reposição de água a cada 15 dias.	3.291	111,10	6,80	8,20	83,37	53,45	55,89	32,16
4 - Irrigação por inundação intermitente com lâmina máxima de 15cm de espessura e reposição de água a cada 7 dias.	3.355	122,95	8,05	9,60	85,27	58,28	64,00	32,37
5 - Sem irrigação	3.084	114,75	8,25	9,60	85,01	53,24	58,28	33,71
Média Geral	3.440	117,01	7,37	8,98	82,71	55,23	62,54	32,54
Coefficiente de Variação (%)	29,43	10,19	9,25	9,65	13,25	11,63	10,23	3,04

Obs: háo houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

Obs: Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

çol freático permaneceu a uma altura média de 17 cm do nível do solo. Além disso as condições de pluviosidade também foram considerados satisfatórios. Analisando a Tabela 4 verificamos que o total da precipitação pluviométrica e da evaporação do tanque classe A foram 632 mm e 526,4 mm respectivamente registrando um excesso de 105,6 mm. Devido a isto, provavelmente o suprimento de água fornecido durante o ciclo da cultura para o tratamento sem irrigação (T_5) foi proveniente das precipitações pluviométricas e da irrigação subterrânea oriunda do lençol freático alto. Estas afirmações são de certo modo confirmadas por De Datta et alii (1975) e De Datta (1981). Segundo estes autores a necessidade mínima total de evapotranspiração em arroz irrigado em seu ponto ótimo encontram-se entre 600 a 800 mm, para um período de irrigação de 100 dias e que as perdas por percolação variam de acordo com o tipo de solo e com as condições de lençol freático.

Apesar da análise estatística não ter detectado diferença entre as médias dos tratamentos, o tratamento T_2 aparentemente mostrou-se mais produtivo que os demais. Provavelmente este aumento de produção foi provocado pelo efeito benéfico da drenagem intermediária ao proporcionar a oxidação e lixiviação de substâncias tóxicas para fora da zona das raízes (Yamada, 1965 e Patrick et alii 1967). Guimarães et alii (1974a) nas condições das várzeas do Rio Paraíba, testando efeitos das drenagens intermediárias e finais e, Rocha e Barreto (1977) em ensaios para avaliar a melhor época do início da irrigação e da drenagem

intermediária em diferentes fases do perfilhamento chegaram a resultados semelhantes.

De certo modo estas constatações também são confirmadas segundo os relatos do ANNUAL REPORT (1965) e por Tsu tsui (1973).

O Tratamento T_1 , que utilizou a inundação contínua durante todo o ciclo da cultura foi o segundo melhor rendimento do experimento. Este resultado vem confirmar as observações efetuadas por De Datta (1981), segundo o qual a inundação contínua do solo na cultura do arroz não é de todo necessário. De acordo com o autor, baseado em ensaios realizados nas Filipinas em 1968, uma lâmina de 15 cm de altura possui o mesmo potencial de produção que uma de 2,5 cm ou mesmo do solo apenas saturado. Considerando-se isto é possível proceder-se um manejo de água mais econômico e efetivo, para tal basta adotarem-se durante o ciclo do arroz, períodos alternativos de inundação e drenagem do solo. Ainda com relação a este tópico o autor afirma que os diferentes resultados encontrados vão depender mais das variedades empregadas do que das modalidades de irrigação utilizadas. As cultivares modernas são pouco afetadas pelo manejo de água quer ele seja intermitente ou contínuo.

Os menores rendimentos obtidos no ensaio foram verificados nos tratamentos T_4 , T_3 e T_5 . Estes decréscimos de produção possivelmente podem ser atribuídos a concorrência do arroz com as plantas daninhas devido a falta de eficiência do herbicida e a

ausência de uma lâmina de água contínua durante todo o ciclo da cultura. Esta constatação está de acordo com as observações feitas por Angladette (1969), Guimarães et alii (1974b), De Datta et alii (1975), Rocha e Barreto (1977). Segundo estes autores o sistema de irrigação por submersão, contínua com uma lâmina de água de 10 e 15 cm de espessura além de proporcionar altas produções, também exerce um ótimo controle das plantas daninhas na cultura do arroz irrigado.

Com relação aos resultados obtidos para os componentes de produção não foi detectado efeito estatístico significativo.

Do exame dos dados constantes na Tabela 6, pode-se inferir que todos os tratamentos proporcionaram uma redução do número de panículas/planta e do número de perfilhos/planta em relação à testemunha. Provavelmente, este resultado pode ter sido afetado pela profundidade da lâmina de água (Bernardes, 1956, Chang 1965 citado por Moraes e Freire, 1974 e de Datta et alii, 1975). De certo modo constatações similares, também foram observadas por ENYI (1965, Pande e Sing (1970) e Khan et alii (1972), ao verificarem que o perfilhamento, aumentava com o aumento da tensão de água no solo, até o limite da capacidade de campo.

Entretanto, houve uma inversão desse resultado quando se analisa o número de grãos cheios/panícula, ou seja, todos os tratamentos proporcionaram um aumento nesse componente, apesar de não terem influenciado no peso de 1.000 grãos. Tudo in

dica que o número de grãos cheios/panícula parece estar intimamente associado a maior disponibilidade de água à cultura, confirmando as verificações encontradas por Chaudhry e McLean (1963), Hatta (1969) e Pande e Singh (1970). Com relação ao peso de 1.000 grãos que é também um importante componente de produção, a testemunha exibiu um ligeiro acréscimo em relação aos demais, apesar de não haver diferença entre eles. Este resultado concordou com os obtidos por Moraes e Freire (1974) e, De Datta e Williams (1968) citado por De Datta et alii (1981). Os primeiros através de experimentos em vaso em casa de vegetação com o objetivo de estudar a influência da aplicação de cinco espessuras de lâminas de água. Os últimos em um ensaio no International Rice Research Institute - IRRI nas Filipinas em 1967, para avaliar os efeitos das diferentes práticas no manejo de água com a variedade IR-8.

Finalmente, em base a análise dos parâmetros acima mencionados concluiu-se que, por exemplo que o tratamento T₁, em relação a testemunha reduziu consideravelmente o número de panículas/planta, porém aumentou o número de grãos cheios/panícula. Desse modo parece que este parâmetro exerceu maior influência na produtividade do que o número de panículas/planta.

5. CONCLUSÃO

Para as condições em que foi executado o experimento, as análises e interpretações dos resultados obtidos, permitiram concluir embora ressalvando-se o caráter preliminar desse trabalho que:

1) A análise estatística não detectou efeito significativo entre os tratamentos para a produção de grãos e seus principais componentes de produção e parâmetros fenológicos.

2) Provavelmente, a drenagem intermediária por um período de 15 dias aos 40 dias após a germinação do arroz proporcionou um aumento de produção da ordem de 26,49% em relação a testemunha (tratamento sem irrigação).

3) A irrigação por inundação contínua com uma lâmina de água de 15 cm de espessura exerceu um ótimo controle sobre as plantas daninhas.

4) Considerando-se apenas as condições edafoclimáticas das várzeas do Estuário Amazônico, semelhantes as do Rio Gu

amã, hã possibilidades do desenvolvimento de uma rizicultura al
tamente produtiva sem o emprego da irrigação por inundação.

5) Parece que o parâmetro número de grãos cheios/
panícula influenciou mais na produtividade do que o número de pa
nículas/planta.

6. LITERATURA CITADA

- AGLIBUT, A.P.; ONGKIMGOO, P.S. e DEL ROSARIO Jr., C.R., 1962. Influence of pre-heading and post-heading drainage upon tillering, growth, maturity, yield, and other characteristics of milfor 6-2 and Peta. Philipp. Agric. Los Baños, 46(4): 215-34.
- ANGLADETTE, A., 1969. El Arroz. Barcelona, Editorial Blume, 867p.
- BASTOS, T.X., 1972. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da amazônia brasileira. IN: INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE. Zoneamento agrícola da Amazônia (1ª aproximação). Belém, p.68-122. (IPEAN. Boletim Técnico, 54).
- BASTOS, T.X.; CHAIB FILHO, H.; DINIZ, T.D. de A. e LOBATO, V.H. de B. 1986. IN: ANÁIS DO SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, Belém-Pará, EMBRAPA/CPATU. v.1 p.37-43.
- BERNARDES, B.C., 1956. Irrigação do arroz. Lav. arroz., Porto Alegre, 10(117):371-82.

BRANDÃO, S.S., 1943. Cultura do arroz. Ceres, Viçosa, 5(24): 427-45.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Grupo Coordenador das Estatísticas Agropecuárias, jan/dez, 1982. Levantamento sistemático da produção agrícola, Belém, PA.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - FIBGE, 1983. Anuário Estatístico do Brasil, Rio de Janeiro, v.44. 987p.

CHAUDHRY, M.S. e MCLEAN, E.O., 1963. Comparative effect of flooded and inflooded soil condition and nitrogen application on growth nutrient uptake by rice plants. Agron. J., 55:565-7.

DASTANE, N.G.; VAMADEVAN, V.K. e BHATIA, P.C., 1967. Water management in rice. Indian Fmg., Cuttack, 17(3):19-20.

DE DATTA, S.K.; LEVING, G. e WILLIAMS, A., 1975. Manejo del agua y necesidades de riego del arroz. IN: Universidade de Filipinas, Los Baños. Cultivo del arroz; manual de produccion. México, Limusa, p.121-7.

DE DATTA, S.K., 1981. Principles and practices of rice production. New York, J. Wiley, 618p.

DREYER, G.C., 1972. Aspectos da irrigação no Rio Grande do Sul. Lav. arroz., Porto Alegre, 25(267):28-34.

DUARTE, E.F., 1963. Competição de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) em diferentes níveis de água para a cultura irrigada por inundação intermitente, nas condições ecológicas da Baixada Fluminense. Agronomia, Rio de Janeiro, 21(4):97-114.

- DUARTE, E.F., 1969. Estudo de épocas de início de irrigação com cinco variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), na Baixada Fluminense. Pesq. Agrop. Bras., Rio de Janeiro, 4:39-45.
- DUARTE, E.F.; SOUZA, R.L.P.; BRITO, D.P.P.S. e COSTA, W.F., 1977. Épocas de drenagem final em cultura de arroz irrigado por irrigação intermitente, na Baixada Fluminense. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, 12:11-25.
- ENYI, B.A.C., 1965. Soil moisture as a factor influencing the degree of response of an upland rice plant to increasing supply of nitrogen and phosphorus. J. Agric. Sci., 64:15-8.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1981. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Sistema brasileiro de classificação de solos; 2ª aproximação. Rio de Janeiro. 107p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 1983. Production yearbook, Roma. 320p.
- GOMES, F.P., 1966. Curso de Estatística Experimental. 3 ed. São Paulo, Editora Nobel, 436p.
- GOMES, A. da S.; VAHL, L.C.; MORAES, J.F. e PATELLA, J.F., 1976. Épocas de aplicação de nitrogênio x épocas de inundação do solo para arroz. IN: ANAIS DA VI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, Porto Alegre, RS. p.150-6.

- GOMES, A. da S.; VAHL, L.C.; PATELLA, J.F. e MORAES, J.F., 1977. Épocas de aplicação de nitrogênio versus épocas de inundação do solo para arroz - 76/77. IN: ANAIS DA VII REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, Porto Alegre, RS. p.74-7.
- GOMES, A. da S. 1979. Manejo de água na cultura do arroz irrigado. Pelotas, UFPel, 64p. (Tese apresentada para Concurso de Professor Titular).
- GORANTIWAR, S.M. e JAGGI, I.K., 1972. Note on the effect of different water regimes on growth and yield of three varieties of rice (*Oryza sativa* L.). Indian J. Agric. Sci., 42(9):866-7.
- GRIST, D.H., 1970. Rice. 4 Ed. London, Longmans Green, 548p.
- GUIMARÃES, G., 1973. Manejo de água para cultura de arroz em várzea. Pindamonhangaba, Divisão do Vale do Paraíba-D.A.E.E. 13p. (mimeografado).
- GUIMARÃES, G.; BARRETO, G.B. e IGUE, T., 1974a. Manejo da água para arroz semeado em várzea. I. Efeitos de drenagens intermediárias e finais. Campinas, Instituto Agronômico. 32p. (Boletim Técnico, 17).
- GUIMARÃES, G.; BARRETO, G.B. e IGUE, T., 1974b. Manejo da água para arroz semeado em várzea. II. Efeitos da irrigação iniciada em diferentes épocas com lâminas de água de espessura crescente e permanente. Campinas, Instituto Agronômico. 20p. (Boletim Técnico, 18).

- HALL, V.L. e TACKETT, D.L., 1961. A greenhouse study of water management of rice. Field Crop Abstr., London, 14(3):185.
- HATTA, S., 1969. Water compsumption in paddy yield and water-saving rice culture in the tropical zone. Field Crop Abstr., London, 22(3):256.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Annual Report, 1965.
Water management in relation to rice yield. Los Baños, Philippines. p.222-4.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Annual Report, 1968.
Effect of water management practices on the growth characteristics and grain yield of rice. Los Baños, Philippines. p.206-12.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Annual Report, 1969.
Water management experiment. Los Baños, Philippines. p.128-30.
- ISHISUKA, Y., 1971. Physiology of the rice plant. Advan. in Agron., 23:241-315.
- JENKINS, J.M. e JONES, J.W., 1944. Results of experiments with rice in Louisiana. Louisiana Agric. Exp. Sta. 12p. (Bull. 384).
- KASS, D.L.; FURLAN JÚNIOR, J. e LOPES, A.M., 1974. Cultivares de arroz que produzem 3 safras por ano. Lav. arroz., Porto Alegre, 27(279):41-7.

KHAN, M.A.A.; HAMID, S.A. e HUSSAIN, M.A., 1972. Effect of induced drought. Field Crop Abstr., London, 25(2):263.

LIMA, R.R., 1956. Agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas. Belém, IAN, 164p. (IAN. Boletim Técnico, 33).

MASCARENHAS, R.E.B.; SANTOS FILHO, B.G. e LOPES, A.M., 1974. Sistematização de uma área de várzea para cultivo do arroz com irrigação controlada. Belém, IPEAN, 18p. (IPEAN. Comunicado Técnico, 47).

MOOMAW, J.C. e VERGARA, B.S., 1964. The environment of tropical rice productions. IN: THE INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. The mineral nutritional of the rice plant. Baltimore, Maryland. 494p.

MORAES, J.F.V. e FREIRE, C.J.S., 1974. Influência da profundidade da água de inundação sobre o crescimento e a produção do arroz, *Oryza sativa*. Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, 9:45-8.

MORRISON, S.R., 1953. Rice irrigation test of Beaumont Station. College Station, Texas Agric. Exp. Sta. 2p. (Progress Report, 1542).

MOSCARELI, M.L. e ROSINHA, R.C., 1967. Indicações para o cultivo do arroz no Rio Grande do Sul. B. Campo, (212):13-24.

- NEDEL, J.L., 1979. Influência do fósforo, do potássio e do manejo de água sobre a qualidade fisiológica e a produção de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, RS, 67p. (Dissertação de Mestrado).
- PALACPAC, A.C., 1978. World rice statistics. The International Rice Research Institute. Department of Agricultural Economics, 154p.
- PANDE, H.K. e MITTRA, B.N., 1970. Response of lowland rice to varying levels of soil, water and fertility management in different seasons. Agron. J., 62(2):197-200.
- PANDE, H.K. e SINGH, P., 1970. Effects of moisture and nitrogen on growth, yield and mineral content of rice. Field Crop Abstr., London, 23(1):40.
- PATRICK Jr., W.H.; WUIRK, III, W.A.; PETERSON, F.J. e FAULKNER, M.D., 1967. Effect of continuous submergence versus alternate flooding and drying on growth, yield, and nitrogen uptake of rice. Agron. J., 59(15):418-9.
- PATRICK Jr., W.H. e MAHAPATRA, I.C., 1968. Transformation and availability to rice of nitrogen and phosphorus in water logged soils. Adv. Agron., 20:323-59.
- RAJALE, G.B. e PRASAD, R., 1975. Nitrogen and water management for irrigated rice. Riso, Italy, 24(2):117-26.

- ROCHA, T.R. e BARRETO, G.B., 1977. Irrigação do arroz por inun-
dação. Campinas, Instituto Agronômico. 9p. (Circular, 70).
- SEN, P.K. e DUTTA, S.K., 1967. Studies in water relations of rice.
Indian Z. Agric. Sci., 47(4):369-94.
- SENEWIRATNE, S.T. e MIKKELSEN, D.S., 1961. Physiological factors
limiting growth and yield of *Oryza sativa* under unflooded
conditions. Plant and Soil, 14(2):127-46.
- STONE, L.F. e FONSECA, J.R., 1980. Épocas de drenagem final em
duas cultivares de arroz irrigado. Pesq. Agrop. Bras., Brasília,
15(2):171-4.
- TOMAR, V.S. e GHILDYAL, B.P., 1972. Resistances to water
transport in rice plants. Agron. J., 67(2):269-72.
- TSUTSUI, H., 1972a. Manejo de água para produção de arroz - 1a.
parte. Lav. arroz, Porto Alegre, 25(268):24-6.
- TSUTSUI, H., 1972b. Manejo de água para a produção de arroz - 2a.
parte. Lav. arroz, Porto Alegre, 25(269):36-41.
- TSUTSUI, H., 1972c. Manejo de água para a produção de arroz - 3a.
parte. Lav. arroz, Porto Alegre, 25(270):22-24.
- TSUTSUI, H., 1973. Manejo de água para a produção de arroz - con-
clusão. Lav. arroz, Porto Alegre, 26(271):10-15.

UNIVERSIDADE DE FILIPINAS, Escuela de Agricultura, 1975. Reco-
leccion y trilla. IN: Cultivo del arroz; manual de producion.
México, Limusa. p.273-80.

VALORAS, N. e LETEY, J., 1966. Soil oxigen and water relation-
ship to rice growth. Soil Sci., 101:210-5.

YAMADA, N., 1965. Some problems of irrigation an drainage in
rice culture. International Rice Comission Newsletter, 14(3):
13-30.

7. APENDICE

TABELA 1 - Análise da variância dos dados de produtividade de grãos de arroz com 13% de umidade (kg/ha), produzidos em diferentes manejos de água.

<u>CAUSAS DA VARIACÃO</u>	<u>G.L</u>	<u>S.O</u>	<u>O.M</u>	<u>F</u>
Tratamentos	4	1543924,300	385981,075	0,376 ns
Blocos	3	1112154,000	370718,000	0,361 ns
Resíduo	12	12303990,500	1025332,541	
Total	19	14960068,800		

Média Geral = 3440,400

ns : Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

CV para parcelas = 29,432 %

TABELA 2 - Análise da variação dos dados de altura de plantas (cm) produzidas em diferentes manejos de água.

<u>CAUSAS DA VARIAÇÃO</u>	<u>G.L</u>	<u>S.Q</u>	<u>Q.M</u>	<u>F</u>
Tratamentos	4	324,228	81,057	0,570 ns
Bloco	3	44,166	14,722	0,103 ns
Resíduo	12	1704,203	142,016	
Total	19	2072,597		

Média Geral = 117,010

ns : Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

CV para parcelas = 10,185 %

TABELA 3 - Análise da variância dos dados de número de panículas/planta produzidos em diferentes manejos de água.

<u>CAUSAS DA VARIACÃO</u>	<u>G.L</u>	<u>S.O</u>	<u>O.M</u>	<u>F</u>
Tratamentos	4	0,680	0,170	2,468 ns
Blocos	3	0,373	0,124	1,808 ns
Resíduo	12	0,826	0,068	
Total	19	1,880		

Média Geral = 2,836

ns : Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

CV para parcelas = 9,254 %

Obs : A variável número de panículas/planta foi analisada através da transformação raiz quadrada $(X+0,5)$, onde X é o número de panículas/planta.

TABELA 4 - Análise da variância dos dados de número de perfilhos/planta produzidos em diferentes manejos de água.

<u>CAUSAS DA VARIACÃO</u>	<u>G.L</u>	<u>S.O</u>	<u>O.M</u>	<u>F</u>
Tratamentos	4	0,476	0,119	1,309 ns
Blocos	3	0,441	0,147	1,617 ns
Residuo	12	1,091	0,090	
Total	19	2,008		

Média Geral = 3.060

ns : Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

CV para parcelas = 9,851 %

Obs : A variável número de perfilhos/planta foi analisada através da transformação raiz quadrada $(X+0,5)$, onde X é o número de perfilhos/planta.

TABELA 5 - Análise da variância dos dados de fertilidade de perfilhos (%) produzidos em diferentes manejos de água.

<u>CAUSAS DA VARIACÃO</u>	<u>G.L</u>	<u>S.O</u>	<u>O.M</u>	<u>F</u>
Tratamentos	4	107,814	26,953	0,376 ns
Blocos	3	326,520	108,840	1,518 ns
Resíduo	12	860,132	71,677	
Total	19	1294,467		

Média Geral = 66,437

ns : Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

CV para parcelas = 12,743 %

Obs . A variável fertilidade de perfilhos (%), foi analisada através da transformação arco seno da raiz quadrada (X), onde X é a fertilidade de perfilhos.

TABELA 6 - Análise da variância dos dados de número de grãos cheios /panícula produzidos em diferentes manejos de água.

<u>CAUSAS DA VARIACÃO</u>	<u>G.L</u>	<u>S.O</u>	<u>Q.M</u>	<u>F</u>
Tratamentos	4	1,530	0,382	0,486 ns
Blocos	3	0,276	0,092	0,117 ns
Resíduo	12	9,432	0,786	
Total	19	11,239		

Média Geral = 7,626

ns : Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

CV para parcelas = 11,625

Obs : A variável número de grãos cheios/panícula foi analisada através da transformação raiz quadrada ($X+0,5$), onde X é o número de grãos cheios/panícula.

TABELA 7 - Análise da variância dos dados de número de espiguetas / panícula, produzidos em diferentes manejos de água.

<u>CAUSAS DE VARIAÇÃO</u>	<u>G.L</u>	<u>S.Q</u>	<u>Q.M</u>	<u>F</u>
Tratamentos	4	1,789	0,447	0,677 ns
Blocos	3	0,418	0,139	0,211 ns
Resíduo	12	7,924	0,660	
Total	19	10,132		

Média Geral = 7,907

ns : Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

CV para parcelas = 10,276%

Obs : A variável número de espiguetas/panícula foi analisada através da transformação raiz quadrada ($X+0,5$), onde X é o número de espiguetas/panícula.

TABELA 8 - Análise de variância dos dados de fertilidade de espiguetas (%), produzidos em diferentes manejos de água.

<u>CAUSAS DA VARIAÇÃO</u>	<u>G.L</u>	<u>S.Q</u>	<u>Q.M</u>	<u>F</u>
Tratamentos	4	52,872	13,218	0,679 ns
Blocos	3	32,671	10,890	0,559 ns
Resíduo	12	233,621	19,468	
Total	19	319,165		

Média Geral = 92,813

ns : Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

CV para parcelas = 4,754%

TABELA 9 - Análise da variância dos dados de peso de 1000 grãos de arroz, com 13% de umidade (g), produzidos em diferentes manejos de água.

<u>CAUSAS DA VARIAÇÃO</u>	<u>G.L</u>	<u>S.O</u>	<u>O.M</u>	<u>F</u>
Tratamentos	4	7,059	1,764	1,801 ns
Blocos	3	2,174	0,724	0,739 ns
Resíduo	12	11,757	0,979	
Total	19	20,990		

Média Geral = 32,539

ns : Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis observadas.

CV para parcelas = 3,042